النظم البديلة

لنقل مخلفات الحرمين الشريفين والساحات المحيطة

(النقل الأنبوبي)

إعداد

الباحث الرئيس د. أسعد بن سراج أبورزيزة

قسم العلوم البيئية – جامعة الملك عبد العزيز

الباحث المشارك د. عبدالله بن سعيد الغـــامدي

قسم الهندسة المدنية – جامعة الملك عبد العزيز

إشراف

معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج

جامعة أم القرى

مقدم إلى

مجموعة بن لادن السعودية

١٤٢٠هـ

شكر وامتنان

نحمد الله ابتداءً على ما قيض لنا من فرصة للعمل في خدمة بيته المحرم ومسجد رسوله الأعظم صلى الله عليه وسلم وخدمة ضيوفه حجاج بيت الله وعلى تيسيره لنا أمور هذه الدراسة. ثم نشكر مجموعة بن لادن السعودية على رأسها الشيخ بكر بن لادن على الدعم السخي الذي قدمه لهذه الدراسة. ونشكر كل من ساهم في إتمام هذه الدراسة من مسؤولين في إدارة نظافة الحرمين من مجموعة بن لادن وفي أمانتي مكة المكرمة والمدينة المنورة وكل من ساهم في نجاح هذا العمل. ولن يفوتنا هنا أن نتقدم بجزيل الامتنان لسعادة عميد معهد خادم الحرمين الشريفين د/ أسامه فضل البار على دعمه المتواصل وحرصه الشديد على إنجاح هذا المشروع.

جدول المحتويات

قائمة الجداول

قائمة الصور

قائمة الأشكال

الفصل الأول

مدخل

١ مدخل

١-١ المقدمة

لقد جعل الله البيت الحرام مهوى لأفئدة المسلمين تحقيقا لدعوة أبينا إبراهيم عليه السلام "**ربنا إني أسكنت من ذريتي بواد غير ذي زرع عند بيتك المحرم ربنا ليقيموا الصلاة فاجعل أفئدة من الناس تهوي إليهم وارزقهم من الثمرات لعلهم يشكرون" (سورة إبراهيم، آية ٣٧)**. ومنذ ذلك التاريخ وحتى يرث الله الأرض ومن عليها وقلوب الموحدين تهفو لزيارة البيت الحرام والصلاة فيه . ويتوافد كل عام ملايين المسلمين من مشارق الأرض ومغاربها لأداء مناسك الحج والعمرة ، وتزدحم أروقة وساحات المسجد الحرام بالمصلين والملبين الذين جاءوا من كل فج عميق امتثالا لأمر الله تعالى " **وأذن في الناس بالحج يأتوك رجالا وعلى كل ضامر يأتين من كل فج عميق " (سورة الحج، آية ٢٧) .**

ومن الطبيعي أن يتولد عن هذه الجموع الغفيرة كميات كبيرة من المخلفات الصلبة التي يتعين جمعها ونقلها إلى خارج منطقة الحرم الشريف في أقصر مدة زمنية ممكنة . وتبذل الجهات المسئولة عن نظافة الحرمين الشريفين جهودا عظيمة لجمع كميات المخلفات ونقلها إلى مرمى النفايات لينعم الحجاج والمعتمرون بجو روحاني نظيف خالي من المنغصات . إلا أن ازدحام الحرم الشريف بالمصلين والإختناقات المرورية في الشوارع المحيطة بالحرم تجعل عملية جمع و نقل المخلفات عملية شاقة ومكلفة وخاصة في أوقات الذروة عند اشتداد الزحام كما هو الحال في العشر الأواخر من شهر رمضان المبارك وفي أيام الحج وإضافة إلى الكم الهائل من المخلفات المتولدة تواجه القائمين على

نظافة هذه البقاع الطاهرة مشكلة نقل المخلفات إلى خارج منطقة التجميع للازدحام الشديد واحتقان السير حول منطقة الحرمين مما يؤثر على الخطة التشغيلية لعملية الجمع والنقل ويحدث إرباكا قد يؤدي إلى بقاء المخلفات بأماكن تجميعها لفترات طويلة.

ولذلك فقد رأت مجموعة بن لادن السعودية – وهي الشركة القائمة بأعمال نظافة الحرمين الشريفين- أن الوقت قد حان لتقويم النظام الحالي المتبع لجمع ونقل مخلفات الحرمين ودراسة إمكانية تطوير هذا النظام وكذلك البحث في النظم البديلة المختلفة وتطبيق ما يناسب منها، فتبنت الشركة مشكورة هذه الدراسة وقامت بتمويلها تمشيا مع سياسة حكومة المملكة العربية السعودية في خدمة حجاج بيت الله الحرام وزوار مسجد رسوله الكريم عليه أفضل الصلاة وأتم التسليم.

ولأن هذه المشكلة تتكون من شقين الأول يتمثل في كمية المخلفات الكبيرة المتولدة والثاني في صعوبة نقلها كان لابد من التعامل مع كل شق على حدة وبأسلوب مختلف.

أولاً: لتقليص كميات المخلفات المتولدة يجب أولاً تقدير هذه الكميات بدقة وحساب نسب مختلف العناصر المكونة لها (مخلفات ورقية، مخلفات بلاستيكية، فضالات طعام، ...الخ) وتحديد مصدر كل عنصر على حده ثم دراسة مختلف الطرق الإدارية الممكنة لتقليص كمياتها من المصدر.

ثانياً: لتسهيل عملية نقل المخلفات إلى خارج مناطق الازدحام لابد من معرفة الخواص الطبيعية لهذه المخلفات (الكثافة، المحتوى الرطوبي ، التوزيع الحجمي ، ....الخ) ثم تقويم نظام إدارة المخلفات الصلبة المتبع حالياً ودراسة إمكانية تحديث وتطوير هذا النظام بالأساليب العلمية. كما تشمل هذه الدراسة تقويم نظم نقل المخلفات الصلبة المختلفة المتبعة في إدارة المخلفات في الأماكن المزدحمة ومقارنتها بالنظام التقليدي المتبع حالياً لتبني ما يتناسب وظروف مناطق الدراسة المتميزة.

ومن الطرق البديلة لنقل المخلفات الصلبة

١. استخدام السيور Belt conveying system

٢. النقل الهوائي عبر الأنابيب Pneumatic system

٣. النقل الهيدروليكي عبر الأنابيب Hydraulic system

والأساليب السابقة طرق معتمدة ومعمول بها في شتى أنحاء العالم وفي مختلف المجالات خاصة الصناعية. فمثلاً تستخدم السيور لنقل الصخور والفحم الحجري من داخل المناجم وتستخدم الأنابيب لضخ الحمأة في محطات معالجة المياه ومياه الصرف الصحي ونقل المخلفات العضوية في مصانع التعليب .... الخ. ويستخدم النقل الهوائي بشكل واسع في عديد من دول العالم لنقل المخلفات الصلبة كما سيأتي لاحقاً.

١-٢ أهداف البحث

إن الأهداف الرئيسة لهذا المشروع تتمثل في اقتراح نظامين الأول إداري يعني بتقليص كميات المخلفات الصلبة المتولدة من المصدر والثاني فني لنقل المخلفات الصلبة إلى خارج مناطق الازدحام داخل وحول الحرمين الشريفين كما يشمل جمع البيانات اللازمة وإنشاء قاعدة بيانات متكاملة عن كميات المخلفات الصلبة والعناصر المكونة لها وخصائصها الطبيعية لخدمة ديناميكية نظم جمع المخلفات ونقلها مستقبلياً.

الفصل الثاني

النظام الحالي

ونظم نقل المخلفات

٢ النظام الحالي ونظم نقل المخلفات

٢-١ النظام الحالي

النظام الحالي هو النظام التقليدي المتبع في أكثر مدن العالم وتنقل فيه المخلفات الصلبة في عربات مفتوحة تجمع فيها أكياس المخلفات المتولدة بالحرم والساحات المحيطة به بعد أن تنقل بواسطة عربات صغيرة تدفع يدوياً أو تسير بواسطة محرك كهربي أو يعمل بالوقود السائل. ويعمل هذا النظام في غير أيام الازدحام بكفاءة جيدة ويفي بالغرض على أحسن وجه. أما في أيام الازدحام (شهر رمضان المبارك وفي موسم الحج ومواسم العمرة) فبالرغم من زيادة أعداد العمالة والمعدات بنسبة كبيرة فإن المخلفات تتراكم في محطات التجميع وقد تبقى لفترات طويلة تنتج عنها روائح كريهة ومناظر غير مقبولة خاصة قريباً من مكان هو الأكثر قداسة في العالم إضافة إلى تسرب السوائل المتجمعة مع المخلفات أو الناتجة عن التفاعلات البيولوجية للمواد العضوية.

وتقوم مجموعة بن لادن السعودية باستخدام آليات حديثة ومطورة خصيصاً للعمل في بيئة وظروف منطقة الحرمين الشريفين. والجدول رقم (٢-١) يوضح أعداد ونوعيات الآليات المستخدمة لأعمال النظافة بالحرم المكي الشريف. وهناك عمالة مدربة لتشغيل هذه المعدات في ظروف وبيئة المنطقة. كما أن لدى المجموعة طاقم فني متخصص لصيانة هذه المعدات.

ولا يوجد في تقرير إدارة النظافة من مجموعة بن لادن السعودية شيئ عن مواصفات هذه المعدات.

ومن خلال الزيارات الميدانية لمناطق الدراسة وبالرغم من شدة الازدحام والممارسات البيئية الخاطئة لبعض زوار الحرمين تبين أن هذه المعدات

والعمالـــة الموظفـــة وإدارة عملية النظافة داخل الحرمين الشريفين وبالساحات المحيطة ذات كفاءة عالية وتؤدي المهمة على مستو عال من الإتقان. كما لوحظ أن حـــركة المعـــدات بـــالدور الأرضي للحرم المكي الشريف أكثر تعقيداً من نظـــيرتها فـــي الحرم النبوي الشريف نظراً لوجود مستويات متفاوتة في الحرم المكـــي بينما كامل الدور الأرضي بالحرم النبوي الشريف على مستو واحد مما يسهل عملية انتقال المعدات من مكان إلى آخر.

ويبدأ العمل اليومي بتجمع عمال النظافة لدى مشرف كل موقع والتوجه إلى المستودع الفرعي المخصص للمجموعة وتسلم أدوات ومعدات النظافة ويبدأ العمل صباحاً الساعة السادسة والنصف بكنس السجاد وغسيل الأروقة وتستخدم مكانس كهربائية مزودة بأكياس لجمع القمامة. وتقوم فرقة أخرى جوالة بالتقاط الـــنفايات وجمعهـــا بأكياس وتقوم كذلك بتغير أكياس المخلفات بالسلال بأخرى جديدة. وفي الساحات يبدأ العمال بالتقاط النفايات من الساحات وكشط ما لصق بها من مخلفات وتغيير أكياس السلال.

إن إدارة الـــنظافة رغـــم كفاءتهـــا العالية في جمع النفايات داخل منطقة توليدها ثم نقلها إلى محطة التجميع ليس لديها القدرة على التحكم بحركة عربات الـــنقل القادمة إلى أو المغادرة من منطقة الازدحام. ففي أيام الازدحام تستغرق عربات نقل المخلفات مدة طويلة لإتمام رحلة كاملة من منطقة الحرم إلى المردم ثـــم العـــودة إلـــى مكان التجميع ثانية مما يتسبب في تكدس المخلفات بمحطات التجمـــيع وخلـــق بيئة غير لائقة بقدسية الجوار. ففي الليالي العشر الأخيرة من شهر رمضان المبارك وأيام الحج تتضاعف كمية المخلفات المتولدة بالمنطق إلى عشـــر أضعاف كليلة السابع والعشرين من رمضان بالحرم المكي مما يمثل عبأ علـــى إدارة الـــنظافة فتضاعف الإدارة أعداد العمال والمشرفين والمعدات تبعاً لذلـــك ويؤدون وظيفة مرضية تحت ظروف المنطقة في أوقات الذروة. أما نقل المخلفات خارج منطقة الازدحام فيظل كما ذكر سابقاً العامل الرئيس في تراكم

وبقـــاء الـــنفايات قريباً من الحرم لفترة طويلة وليس للإدارة القوة والسلطة في تحـــريكها بالســـرعة المطلوبة وفي الجدول رقم (٢-٢) مقارنة لأعداد موظفي إدارة النظافة أيام الازدحام مع باقي أيام السنة.

الجدول رقم (٢-١) إحصائية بالآليات المستخدمة في نظافة الحرم المكي الشريف لشهر رمضان المبارك ١٤١٧هـ (المصدر خطة أعمال النظافة من مجموعة بن لادن السعودية).

الرقم	نوع الآلية	الموديل	العدد
١	مكائن نظافة تعمل بالبطاريات والدفع من الخلف	تنانت موديل ٤٨٠	٧
٢	مكائن نظافة تعمل بالبطاريات والدفع من الخلف	تنانت موديل ٤٩٠	١٨
٣	مكائن نظافة تعمل بالبطاريات ويقودها سائق	تنانت موديل ٥١٠	٤
٤	مكائن نظافة تعمل بالبنزين ويقودها سائق	تنانت موديل ٥٥٠	٢
٥	مكائن نظافة تعمل بالبنزين ويقودها سائق	تنانت موديل ٨٤٠٠	٦
٦	مكائن نظافة تعمل بالدفع من الخلف	تنانت موديل ١١٨٦	٢

جدول رقم (٢-٢): مقارنة أعداد القوى البشرية العاملة في إدارة نظافة الحرم المكي الشريف والساحات المحيطة لأشهر مختلفة (المصدر السابق)

الرقم	نوع العمالة	ذي الحجة ١٤١٦هـ	رمضان ١٤١٧هـ	شوال ١٤١٧هـ
١	مشرفون	١١٧	١٢٥	٨٩
٢	منسقو الوردية	٣	٣	٢
٣	المسؤولون	١٥	١٥	١٦
٤	مراقبو نظافة	١٢٣	١٤٦	١٠٧
٥	سائقو عربات النظافة	٧٦	٦٤	٥٤
٦	عمال نظافة	١٤٤٨	١٥٨٣	٥٩٧
٧	المجموع الكلي	١٧٨٢	١٩٣٦	٨٦٥

٢-٢ البدائل المتاحة

لعل أقصر الطرق لتقليص كميات المخلفات الصلبة المتولدة في أي مكان هي الاقتصاد في توليدها من المصدر (Tchobanoglous, 1993) ويبدو من المعلومات الأولية أن معظم المخلفات الصلبة داخل الحرمين وفي الساحات المحيطة بهما في شهر رمضان المبارك هي الفائض من الأطعمة الناتجة عن التوزيع العشوائي للصدقات. لذا قد تكمن الحلول في تنظيم هذه الصدقات وتقديم الكمية اللازمة فقط ومنع الإفراط. وتشمل هذه الدراسة توصيات ببعض الإجراءات الإدارية المتبعة لتقليص كميات المخلفات الصلبة المتولدة والاقتراح بتبني ما يبدو أكثر ملائمة في هذه الظروف المتميزة.

ويعتبر جمع ونقل المخلفات الصلبة أكثر العمليات كلفة في نظم إدارة المخلفات الصلبة لذا ركزت معظم الأبحاث السابقة على دراسة مختلف طرق جمع ونقل المخلفات الصلبة لتوفير البدائل الأقل كلفة (Pfeffer, 1992) . وفي هذه الدراسة يتم استغلال الأبحاث السابقة لإيجاد البديل الأمثل الذي يتناسب وخصوصية هذا المكان وظروفه المتميزة. ومن النظم العملية البديلة التي تم إجراء دراسات عليها ما يلي:

٢-٢-١ السيور :Conveyor Belts

تستخدم السيور حاليا في مختلف المجالات الصناعية ومناجم المعادن والفحم الحجري لنقل المواد الصلبة من مكان إلى آخر. وفي مجال إدارة المخلفات الصلبة فإن استخدام السيور مكثف وخاصة في محطات المعالجة والفرز (Tchobanoglous, 1993). لذلك فإن معظم استخدامات السيور حاليا مقتصرا على نقل المخلفات لمسافات قصيرة. ونقل المخلفات لمسافات طويلة قد يتطلب معالجة هذه المخلفات قبل تحميلها على السيور. فقد يكون من الضروري تفتيت

المخلفات الصلبة إلى أجزاء متساوية يسهل وضعها على السيور أوحزمها لتسهيل عملية نقلها والحفاظ على وحدتها ومنع تناثرها أثناء عملية النقل .

٢-٢-١-١ التفتيت :Shredding

ويوجد حاليا نظم مختلفة لتفتيت المخلفات الصلبة يعتمد اختيار النظام على طبيعة المخلفات والعناصر المكونة لها ، ومن الطُرُق المتبعة لتفتيت المخلفات الصلبة :

٢-٢-١-١-١ التطريق :Hammering

ويفضل استخدام المطارق الراسية والأفقية لتفتيت المخلفات الصلبة عندما تكون غالب مكونات هذه المخلفات ناشئة عن عمليات الهدم والبناء وتمثل الأخشاب والقطع الحديدية والمواد المماثلة نسبة كبيرة من مجمل المخلفات المراد تفتيتها ولا ينصح باستخدام أسلوب الطرق في حالة وجود كميات كبيرة من الورق والبلاستك والمواد العضوية الأخرى في المخلفات.

*٢-٢-١-١-٢ **الطحن** :Grinding*

وتستخدم تروس معدنية عالية الجودة لطحن المخلفات بتمريرها بين هذه التروس وتستخدم المطاحن عندما تكون المواد الصلبة متجانسة ومعروفة مكوناتها لمعايرة أجهزة الطحن حسب الظروف وتفادي الأعطال لمختلف أجزاء نظام التفتيت خاصة الأجزاء المتحركة منها والتروس.

٢-٢-١-١-٣ التمزيق :*Shear Shredding*

وتســـتخدم لـــتمزيق عناصر المخلفات إلى أحجام متجانسة . ويعمل هذا الـــنظام إذا كانـــت كمـــيات الورق والمواد البلاستيكية هي السائدة في مجموع المخلفـــات ويمكـــن استبعاد العناصر ذات الأحجام الكبيرة آليا أو يدوياً لتفادي الأعطـــال وتخريـــب الأجزاء المتحركة بنظام التفتيت كما يمكن استبعاد القطع الحديدية بالنظام المغناطيسي.

٢-٢-١-٢ الحزم :Baling

يستخدم تحزيم المخلفات بعد كبسها للحفاظ على الكثافة العالية الناتجة عن عملية الكبس. فتحزم المخلفات في مكعبات بأحجام متساوية ليسهل بعد ذلك نقلها علـــى الســـيور. كمـــا أن للتحزيم ميزة الحفاظ على وحدة الحزمة ومنع تناثر أجـــزائها نتيجة لعملية النقل. وتستخدم لهذا الغرض نوعين من الحازمات (أفقية ورأسية) حسب طبيعة الموقع والمساحات المتوفرة.

٢-٢-٢ نظم النقل الهوائي :Pneumatic Conveying System

يتكون النظام الهوائي لنقل النفايات من مجموعة من الأنابيب يتحرك داخلها الهواء بسرعة عالية لنقل النفايات من مكان إلى آخر . وكان أول نظام هوائي تم تنفيذه في عام ١٩٦١ م بمستشفى سولفتيا (Solleftea Hospital) بالسويد (Centralsug,1995)، وبعد ذلك بحوالي ١٠ سنوات نفذ نظام هوائي متكامل في عالم ديزني الشهير بمدينة اورلاندو الأمريكية لنقل المخلفات من أطراف المدينة الترفيهية إلى المحطة المركزية لتجميع النفايات (Singh, 1974) . ويطبق هذا النظام حاليا في العديد من المدن الأولمبية والمجمعات السكنية الكبيرة إضافة إلى أنه يستعمل بشكل مكثف في المصانع والمستشفيات والأماكن المزدحمة لنقل المواد الصلبة والنفايات

المختلفة. ويوضح الجدول رقم (٢-٣) والجدول رقم (٢-٤) قائمة بأهم مشاريع النقل الهوائي التي نفذت خلال العقود الماضية في أماكن مختلفة بالعالم، علما بأن المشاريع المنفذة أكثر من أن تحصى.

جدول رقم (٢-٣) : أهم الأنظمة الهوائية لنقل المخلفات الصلبة التي تم تنفيذها في بلدان العالم المختلفة (Centralsug, 1995 and Zandi, 1977).

وصف المشروع	المدينة	الدولة	سنة التنفيذ
جمع المخلفات الصلبة لمستشفى سولفتي	سولفتي	السويد	١٩٦١
جمع المخلفات بعالم ديزني	اورلاندو	أمريكا	١٩٧١
جمع المخلفات من منطقة بها ٧٥٠٠ وحدة سكنية	كاراكاس	فنزويلا	١٩٧٣
جمع المخلفات من القرية الأولمبية	ميونخ	المانيا	
جمع المخلفات بفندق اوكورا	طوكيو	اليابان	١٩٧٣
مخلفات المركز الرئيسي لبنك هونج كونج وشنغاهاي		هونج كنج	١٩٨٦
نظام جمع المخلفات من مطابخ شركات الطيران بمطار ديسلدورف	ديسلدورف		١٩٨٩
جمع المخلفات من مجمع سكني	جوثنبيرج		١٩٩٢
القرية الأولمبية ببرشلونة	برشلونة	اسبانيا	١٩٩٢
جمع المخلفات من مجمع مباني تجارية وسكنية		سنغافورة	١٩٩٤
جمع المخلفات من مجمع مباني تجارية وسكنية		كوريا	١٩٩٥
جمع المخلفات من مجمع سكارهولمن السكني المكون من ٨٧٤ وحدة سكنية موزعة على ٢٢ مبنى وعلى مساحة ١٥ هكتار.	ستكهولم	السويد	١٩٨٤

تابع الجدول رقم (٢-٣)

جمـع المخلفـات مـن مجمع كستا السكني المكـون مـن ٣٥٠٠ وحدة سكنية منتشرة على مساحة قدرها ٧٥ هكتار.	ستكهولم	السويد	١٩٧٦
جمـع المخلفـات من منطقة سكنية تحتوي علـى مـا يزيد عن ٥٠٠٠ منزل بالإضافة إلى مستشفيين كبيرين.	نيويورك	أمريكا	
جمـع المخلفات من فندق وصالة عرض و ١٠ مطاعم	اطلانطا	امريكا	١٩٧٤
جمع النفايات من معرض اكسبو	لشبونة	البرتغال	

جدول رقم (٢-٤) : أهم الأنظمة الهوائية لنقل المخلفات الصلبة التي تم تنفيذها في اليابان (Funagasaki, 1993)

المدينة	المساحة المخدومة (هكتار)	السعة التصميمية (طن/يوم)	طول الشبكة (م)	عدد مساقط النفايات	سنة التشغيل
Osaka	١٠٠	٥٠	١١٠٠٠	٨٨	١٩٧٩
Ashiya	١٢٥	٢٧٥	١٢٠٠٠	١٠٠	١٩٧٩
Tama	١٨٠	٥٨	٨٦٠٠	١٠٦	١٩٨٣
Tsukuba	٧٢	٤١	١١٢٠٠	٩٩	١٩٨٣
Yokohama	١٨٦	١٦٠	١٣٠٠٠	٢٠٠	١٩٩١
Sapporo	٥٠	٩٣	٤٧٧٠	٤٥	١٩٨٩
Nagaoka	١٢٠	١٣	٦٧٨٠	٦١	١٩٨٨

وقد تم حديثا في مدينة بورتلاند الأمريكية (Stringfield, 1994) تنفيذ محطة تجريبية لنقل النفايات ذات الرطوبة العالية هوائيا. وتهدف هذه المحطة إلى عمل دراسة فنية متكاملة للتعرف على المشاكل المتعلقة بنقل النفايات عالية الرطوبة.

ومن مميزات النظام الهوائي لنقل النفايات:

- إمكانية وضع جميع مكونات النظام تحت سطح الأرض مما يجعله أكثر قابلية من الناحية الجمالية ، فهو يلغي المناظر المؤذية لاماكن جمع ونقل المخلفات بالطرق التقليدية.
- يساعد في الحد من تكاثر الحشرات والقوارض.
- انخفاض معدل الصيانة فيما عدا الأجزاء المتحركة منه مثل المراوح والصمامات.
- يعتبر نظاما مثاليا للأماكن المزدحمة التي يصعب فيها تحرك عربات نقل النفايات.
- يقضي على الروائح المنبعثة من النفايات حيث يتم النقل فورا قبل حدوث التحلل.

ويمكن تقسيم هذا النظام وفقا لنوع الضغط المستخدم إلى قسمين (Zandi, 1977): نظام الضغط الموجب Positive Pressure System ونظام التفريغ Vacuum System. ويستخدم الضغط الموجب عندما تكون المسافة المراد نقل المخلفات عبرها طويلة نسبيا. أما نظام التفريغ فيكون أكثر ملائمة عندما يراد جمع النفايات من أكثر من مصدر إلى محطة تجميع واحدة لا تبعد كثيرا عن المصادر.

أما من ناحية كثافة المواد الصلبة داخل الأنابيب ونسبة الهواء إلى المادة الصلبة (Air to Solid Ratio) فيمكن تقسيم نظام الضغط الهوائي إلى حالتين (Stringfield, 1994) هما: الحالة المخففة التركيز Dilute Phase والحالة العالية التركيز

Dense Phase. ففي الحالة المخففة تكون نسبة الهواء إلى المادة الصلبة عالية، ويمكن تلخيص بعض خصائص هذه الحالة فيما يلي:

١. نقل مستمر للمادة الصلبة.
٢. تدفق عالي للهواء.
٣. ضغط الهواء منخفض ويمكن استخدام المراوح لدفع الهواء.
٤. سرعة الهواء داخل الأنابيب عالية (من ٢٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ قدم /دقيقة).
٥. يؤدي إلى احتمال تآكل الأنابيب والمعدات خاصة إذا كانت المعدات المنقولة تحتوي على قطع عالية الصلابة.
٦. يستهلك كمية كبيرة من الطاقة.
٧. تصميمه بسيط.
٨. تكلفة الإنشاء متوسطة.
٩. يستخدم عادة مع المواد الصلبة الجافة.

أما الحالة المكثفة فتكون نسبة الهواء إلى المادة الصلبة منخفضة، ومن خصائص هذه الحالة ما يلي:

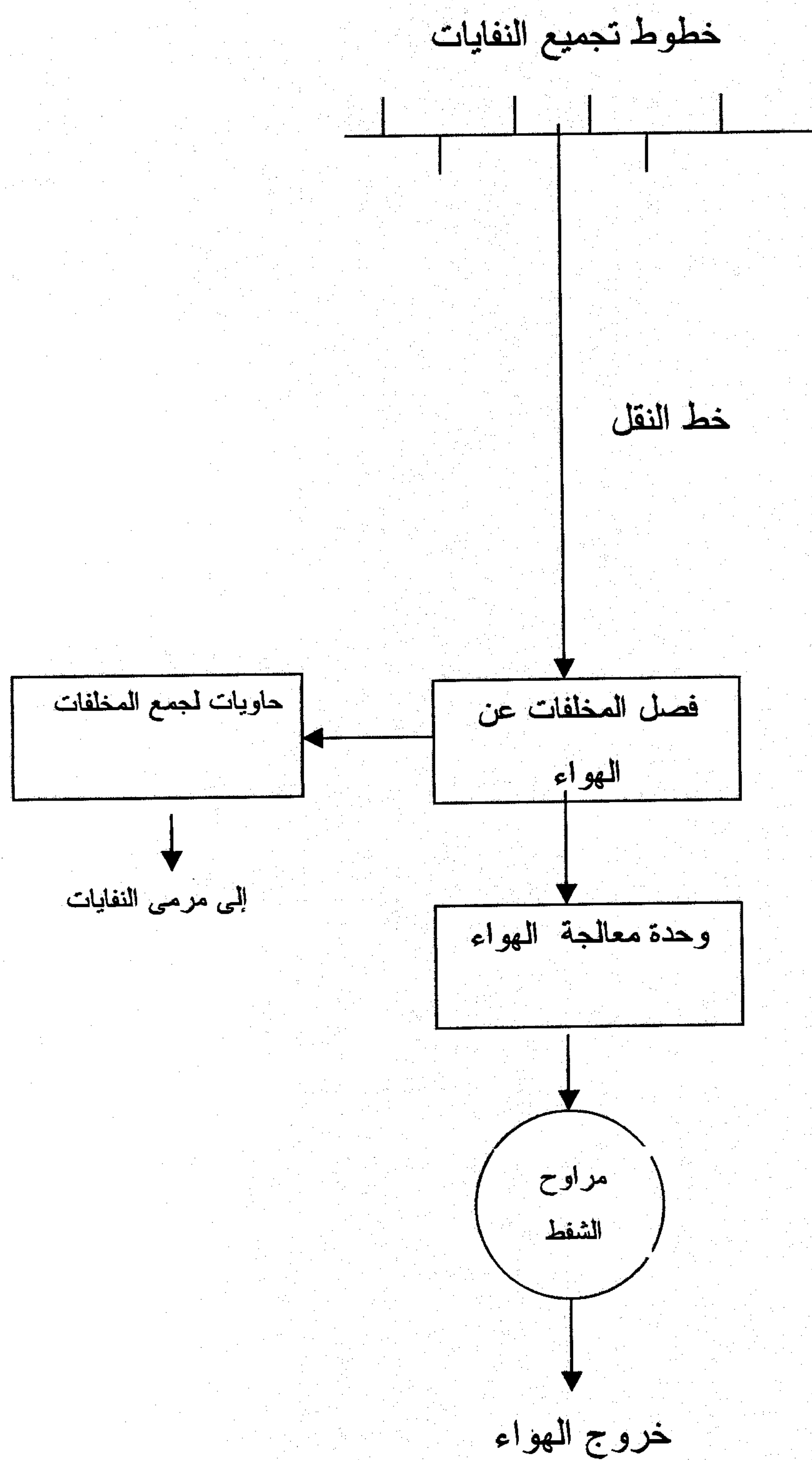
١. نقل متقطع للمواد.
٢. تدفق الهواء منخفض.
٣. ضغط الهواء عالي ويحتاج إلى ضواغط Compressors.
٤. سرعة الهواء داخل الأنابيب منخفضة (من ٥٠ إلى ٥٠٠ قدم /دقيقة).
٥. حاجة الأنابيب إلى الصيانة منخفضة.
٦. استهلاك للطاقة منخفض.
٧. تصميمه معقد.
٨. تكلفة الإنشاء عالية.
٩. يستخدم لنقل المواد الجافة والرطبة.

ولكي يتم اختيار النظام الهوائي المناسب لابد من معرفة خواص المادة المنقولة (الكثافة النوعية ، الرطوبة ، التوزيع الحجمي ...الخ) وكمية المواد المنقولة والمسافة المطلوب نقل المواد عبرها.

وبالنظر إلى الوضع العام للحرم المكي الشريف وبناء على التقديرات الأولية عن كميات ومكونات النفايات المنتجة في الحرم المكي الشريف وساحاته ، فإن نظام النقل الهوائي بالتفريغ ذو الحالة المخففة يعتبر ملائما حيث يمكن إنشاء شبكة أنابيب في أنفاق الخدمات المحيطة بالحرم يتصل بها عدد من مساقط المخلفات الصلبة موزعة بشكل مدروس في الحرم والساحات المحيطة به و إنشاء محطة تجميع خارج منطقة الحرم لشفط المخلفات وكبسها ونقلها إلى مرمى النفايات.

ويتكون النظام الهوائي بصفة عامة من مراوح أو ضواغط لتوليد الضغط وأنابيب لنقل النفايات و آلة تفتيت -إذا كانت أحجام المخلفات كبيرة- وحاويات متصلة بالأنابيب عبر صمامات خاصة تتحكم في تغذية الأنابيب بالنفايات ومعدات لفصل المواد الصلبة عن الهواء في المحطة النهائية ومعدات لتنقية الهواء من العوالق قبل خروجه إلى البيئة ، ويوضح الشكل رقم (٢-١) رسم تخطيطي لمراحل النظام الهوائي. وسنتحدث في الفصل الخامس بمزيد من التفصيل المدعم بالصور والرسوم التوضيحية عن اجزاء النظام الهوائي .

الشكل رقم (٢-١): رسم تخطيطي للأجزاء الرئيسية للنظام الهوائي لنقل المخلفات الصلبة.



و كمية الطاقة اللازمة لنقل المخلفات تعتمد اعتمادا كبيرا على المسافة التي ستنقل المخلفات عبرها، وبصفة عامة يمكن حساب هذه الطاقة باستخدام المعادلات التالية (Zandi, 1977):

$$P = P_a + P_s \qquad (2\text{-}1)$$

حيث P تمثل كمية الطاقة الضرورية (بالوات) و P_a فاقد الطاقة نتيجة لتدفق الهواء و P_s فاقد الطاقة نتيجة لحركة الماد الصلبة داخل الأنبوب.

ويمكن تجزئة فاقد الطاقة نتيجة حركة الهواء إلى قسمين: القسم الأول نتيجة لاحتكاك الهواء بجدار الأنبوب والقسم الثاني نتيجة مرور الهواء خلال مرشحات التنقية (ويعتمد على نوع المرشح المستخدم) ونتيجة لتوصيلات الأنابيب و الأكواع و صمامات دخول الهواء وخلافه ويمكن إهمال هذا القسم في بعض الأحيان. ويحسب فاقد الطاقة نتيجة للاحتكاك من المعادلة:

$$P_{af} = \Delta p \, Q$$

$$P_{af} = [(1.6 \times 10^3 \times Q^{1.85} L)/(D^5 p_1)] \, Q \qquad (2\text{-}2)$$

حيث Δp هو التغير في الضغط (بين أول الأنبوب وآخره) ، Q تدفق الهواء في الأنــبوب(م^3/ث) ، D قطـــر الأنبوب (ملم)، p_1 الضغط المطلق في أول الأنبوب (باسكال)، L طول الأنبوب (م).

أمـــا الطاقـــة اللازمـــة لحركة المواد الصلبة داخل الأنبوب فيمكن حسابها من المعادلة التالية:

$$P_s = P_{s1} + P_{s2} + P_{s3} \qquad (2\text{-}3)$$

حيث P_{s1} هي الطاقة اللازمة لسحب المواد الصلبة من حالة السكون و P_{s2} هي الطاقة اللازمة للتغلب على فرق الارتفاع و P_{s3} هي الطاقة الضرورية للحفاظ على الحركة الأفقية للمواد الصلبة . ويمكن حساب هذه الفواقد من خلال المعادلات التالية :

$$P_{s1} = MV^2/2 \quad (2\text{-}4)$$

$$P_{s2} = MgH \quad (2\text{-}5)$$

$$Ps3 = \lambda MgL \quad (2\text{-}6)$$

حيـــث M يمثل معدل نقل المخلفات (كجم/ثانية) و H فارق الارتفاع بين نقطة الـــبداية والـــنهاية وV سرعة المواد الصلبة داخل الأنبوب وg تسارع الجاذبية الأرضـــية وL طـــول المسافة بين أبعد مدخل للهواء ونقطة خروج الهواء و λ معامل الاحتكاك بين المواد الصلبة وجدار الأنبوب.

٢-٢-٣ نظام النقل الهيدروليكي Hydraulic/Slurry Conveying System :

يشبه النظام الهيدروليكي لنقل المخلفات الصلبة إلى حد كبير النظام الهوائي الذي سبق شرحه ، والفارق الرئيسي هو استخدام الماء كوسط ناقل للمخلفات بدلا مـــن الهـــواء . ويعتـــبر النظام الهيدروليكي أقل تعقيدا في تصميمه ومكوناته من الـــنظام الهوائـــي (Tchobanoglous, 1993) ، لذلـــك فهو يستخدم بكثرة في عمليات التعدين ونقل المواد الخام والفحم الحجري عبر الأنابيب لمسافات طويلة جدا.

ويحـــتاج هـــذا الـــنظام بالضرورة إلى محطة لتفتيت المخلفات إلى أجزاء صغيرة قبل دفعها في الأنابيب ، كما يحتاج إلى محطة فرز في نهاية النظام لفصل المخلفـــات عـــن الماء ومحطة معالجة متكاملة لمعالجة المياه قبل التخلص منها . ويوضح الشكل (٢-٢) الأجزاء الرئيسية للنظام الهيدروليكي . ويفضل أن تكون نسبة كتلة المخلفات الصلبة إلى كتلة المياه الناقلة لها في حدود ١٠% . أما الطاقة

اللازمـــة لدفـــع المخلفات في الأنابيب فيمكن حسابها من المعادلات التالية عندما تكـــون نســبة المخلفات إلى المياه لا تتجاوز ١١% (كتلة المخلفات الصلبة /كتلة المياه المستخدمة) (Wilson, 1977):

١. فاقد الطاقة نتيجة للإحتكاك:

$$h_f = [\{9.15\, Q^{0.364}\, C^{1.89}\, K\}/\{D^{2.06}\, (10)^2\}]L \qquad (2\text{-}7)$$

حيـــث h_f تمثل فاقد الطاقة (قدم) ، Q هي مقدار التدفق (جالون/دقيقة)، D هو قطـــر الأنـــبوب(بوصة) ، K معامل الإحتكاك (للتصميم يمكن استخدام K = 0.446) ، C تمثل نسبة الورق في المخلفات ، L هي طول المسافة التي سيتم ضخ المخلفات عبرها (قدم) .

٢. الطاقة اللازمة لضخ المخلفات يمكن حسابها باستخدام المعادلة التالية:

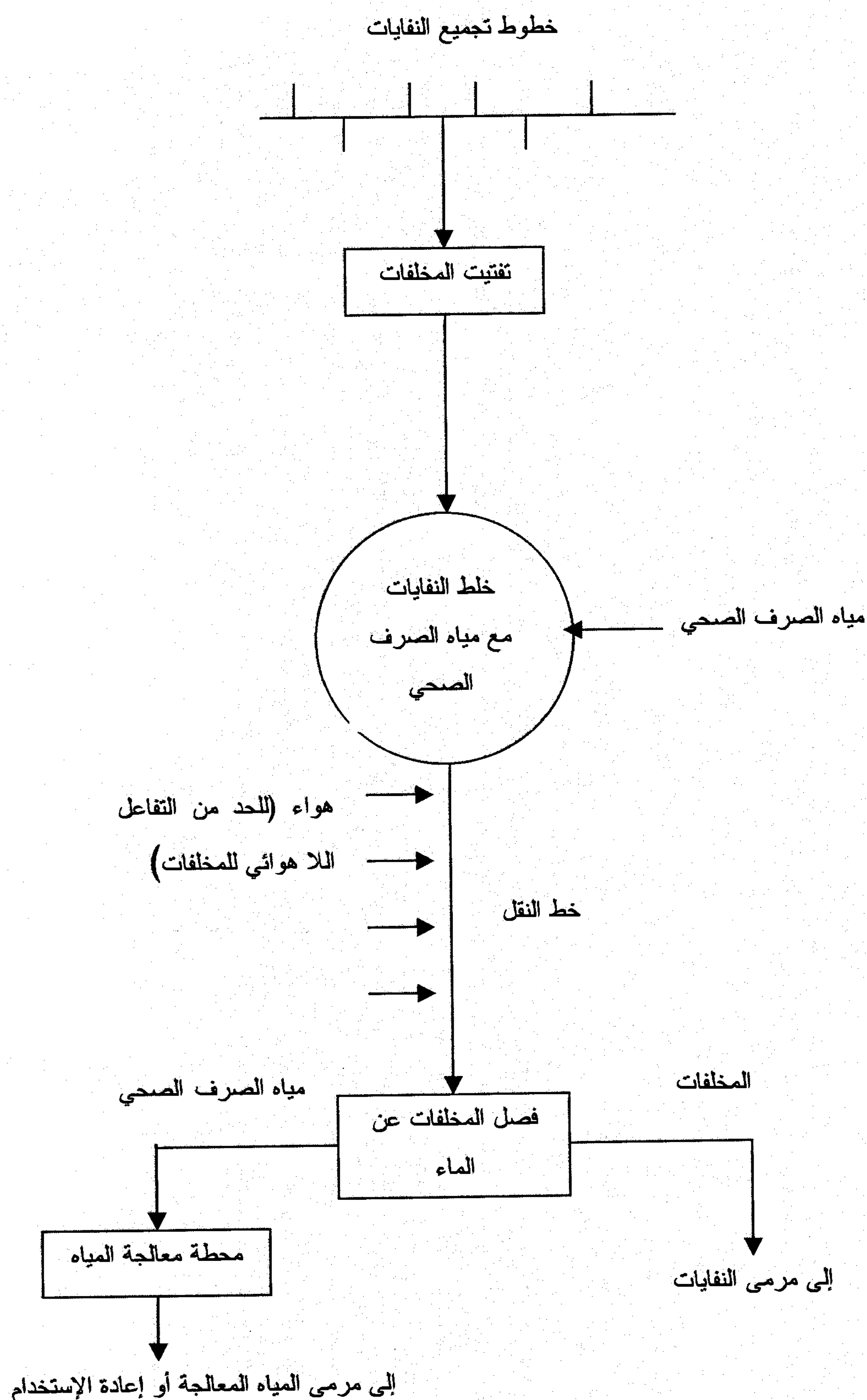
$$P = \gamma QH \qquad (2\text{-}8)$$

حيث P هي الطاقة المطلوبة (بالوات) ، γ تمثل الوزن النوعي للمائع($\gamma = \rho g$) ، Q مقدار التدفق (م٣/ثانية) ، H يمكن حسابه من المعدلة:

$$H = h_f + \Delta Z \qquad (2\text{-}9)$$

حيـــث أن قيمة h_f تحسب من المعادلة (2-7) ثم تحول إلى المتر و ΔZ تمثل فارق الارتفاع بين نقطة الضخ والمحطة النهائية بالمتر.

الشكل رقم (٢-٢): رسم تخطيطي للأجزاء الرئيسية للنظام الهيدروليكي لنقل المخلفات الصلبة.



إن أقصـــى قيمة لكمية المخلفات المنتجة في الحرم المكي الشريف تأتي لـــيلة السابع والعشرين من شهر رمضان المبارك وتصل إلى حوالي ٢٠٠ طن يومـــيا (٢٠٠,٠٠٠ كجـــم /يوم) وبالتالي ،وعلى اعتبار أن نسبة المخلفات إلى المـــياه الـــناقلة هي ١٠% ، فإن كمية المياه المطلوبة لدفع المخلفات في أوقات الـــذروة تصـــبح ٢٠٠٠ طـــن في اليوم (أي ٢٠٠٠ م٣/يوم) ويمكن توفير هذه الكمـــيات مـــن المـــياه المنصـــرفة من أماكن الوضوء المحيطة بالحرم المكي الشريف.

وبالـــرغم مـــن أن الـــنظام الهيدروليكي يبدو أنه أحد البدائل المناسبة لنقل المخلفات الصلبة إلى خارج منطقة الحرم ، إلا إنه لا ينصح باستخدامه في منطقة الحرم الشريف لعدة اعتبارات منها:

١. هذا النظام موثق معمليا ونظريا ولكن لم نطلع على تجارب ميدانية لهذا النظام فهو لا يزال محدود الانتشار ، ومن المتوقع ظهور بعض المصاعب التشغيلية .

٢. يتطلب هذا النظام إنشاء خزان لتجميع مياه الصرف الصحي الناتجة من أماكـــن الوضـــوء لاستخدامها لدفع المخلفات ، مما يعني مزيدا من الأعمال الإنشائية في منطقة الحرم التي قد لا تحتمل مثل هذه الأعمال.

٣. يحـــتاج هـــذا الـــنظام إلى إنشاء محطة ضخ بجوار الحرم لضخ المياه والمخلفـــات الصلبة إلى منطقة الفرز الواقعة خارج منطقة الحرم . ووجود مـــثل هذه المحطة قد يكون مصدر إزعاج لزوار الحرم ما لم تتخذ التدابير اللازمة لعزل محطة الضخ صوتيا .

٤. لابد من إنشاء محطة معالجة متكاملة للمياه المستخدمة بعد فرز المخلفات الصلبة منها قبل التخلص النهائي من تلك المياه . و إنشاء مثل هذه المحطة

يحـــتاج إلـــى مزيد من الدراسات المعملية لمعرفة تركيز مختلف العناصر الملوثة الناتجة عن اختلاط مياه الصرف بالمخلفات الصلبة.

٥. مـــن المـــتوقع ارتفاع وزن المخلفات الصلبة بعد فصلها من المياه نتيجة لتشبعها بالمياه وارتفاع محتواها الرطوبي ، مما يعني ارتفاع تكلفة نقلها إلى مرمى النفايات العام.

٦. إعـــادة تدوير النفايات تصبح عملية غير واردة عند استخدام هذا النظام لصـــعوبة فرز المخلفات بعد تفتيتها ، كما لا يمكن عمليا فرز المخلفات قبل تفتيتها لضيق المساحة حول الحرم ولحساسية الموقع.

٢-٣ اختيار البديل:

بعد استعراض محاسن ومساوئ كل بديل كما هو موضح بالجدول رقم (٢-٥) يمكن استبعاد نظام النقل على السيور للأسباب التالية:

١. بقـــاء المخلفـــات في أنفاق مغلقة لفترة ولو كانت قصيرة يتسبب في بدء التحلل اللاهوائي للمواد العضوية الموجودة فـــي المخلفـــات ينـــتج عـــنه انبعاث غازات سامة وقابلة للاشتعال أو الانفجار كغاز الهيدروجين والميثان مما يمثل خطـــراً علـــى سلامة المنشآت داخل الأنفاق وعلى صحة موظفي الصيانة.

٢. ينتج عن التحلل اللاهوائي غازات لها روائح كريهة كغاز كبريتـــيد الهيدروجيـــن لاشك أنها ستصبح مصدر إزعاج خاصة لموظفي الصيانة لشبكة الكهرباء أو التبريد وغيره.

٣. مـــرور المخلفات مكشوفة داخل الأنفاق يشكل بيئة مناسبة لتكاثر القوارض والحشرات خاصة في الأماكن القريبة من فتحات الأنفاق لوجود كمية كافية من الأكسجين.

٤. تتسبب في تسرب السوائل من المخلفات إلى أرضية الأنفاق مما قد يؤثر على أعمال الصيانة الأخرى.

كمـــا أنـــه تـــم استبعاد نظام النقل الهيدروليكي نظراً لعدم ضمان توفر الكمـــيات الكبـــيرة من المياه المطلوبة لنقل المخلفات إضافة إلى ما يحدثه نقل المخلفات في وسط مائي من ارتفاع حاد في المحتوى الرطوبي للمخلفات يصل وقد يفوق درجة التشبع مما يزيد من وزن المخلفات بنسبة عالية ويجعل عملية الـــنقل إلـــى المـــردم في عربات أمر صعب ومكلف. أخيراً يجب إنشاء محطة

لمعالجـــة المياه الملوثة (الوسط الناقل) وشبكة لتصريف أو إعادة استخدام المياه المعالجة مما يمثل عبأ مادي على إدارة النظافة.

أما النظام الحالي فشقه الأول من جمع للمخلفات داخل الحرم وبالساحات المحـــيطة ونقلهـــا إلى أماكن التجميع فيعمل بكفاءة جيدة وليس هناك ما يدعو للتغيير خاصة إذا ما ارتفعت فعالية إدارة تنظيم عملية توزيع الأطعمة ودخولها إلـــى مبـــنى الحرم. أما الشق الآخر وهو نقل المخلفات من منطقة التجميع إلى المـــردم العام فواضح قصوره ولا يمكن الاعتماد عليه في المستقبل مع التزايد المطـــرد لأعـــداد قاصدي البيت الحرام والقبر النبوي. إضافة إلى تزايد أعداد المبانـــي السـكنية قـــرب منطقة الحرمين مما سيزيد في احتقان السير وتأخير وصول وخروج عربات نقل المخلفات.

جدول رقم (٢-٥): مميزات ومساوئ نظم نقل المخلفات الصلبة.

الرقم	نوع النظام	المميزات	المساوئ
1	السيور	• بسيطة التصميم • نظام معروف وموثق وقديم	• تكلفة عالية للإنشاء • تتسبب في انبعاث غازات سامة وقابلة للاشتعال أو الانفجار • تتسبب في انبعاث غازات لها روائح كريهة • تهيأ بيئة مناسبة لتكاثر الحشرات والقوارض • اقتصر استخدامها على المسافات القصيرة.
2	الهوائي	• سهل التصميم ومجرب في أماكن كثير في العالم • بدون مشاكل بيئية ملحوظة • تكلفة الصيانة والتشغيل منخفضة نسبياً • المنظر العام لائق بقدسية الجوار • يمكن استخدامه لنقل المخلفات لمسافات طويلة	• ليس له القدرة على نقل القطع ذات الأحجام الكبيرة • تكلفة الإنشاء مرتفعة نسبياً • قد يحتاج إلى تفتيت المخلفات قبل نقلها

تابع الجدول رقم (٢-٥):

3	الهيدروليكي	• تكلفة الصيانة والتشغيل منخفضة نسبياً • يمكن استخدامه لنقل المخلفات لمسافات طويلة	• يحتاج لكميات مياه قد لا تتوفر بشكل مستمر • تكلفة الإنشاء مرتفعة • ينتج مياه ملوثة يجب معالجتها • يتسبب في ارتفاع نسبة المحتوى الرطوبي للمخلفات • يتطلب تفتيت المخلفات قبل نقلها
4	النظام الحالي	• نظام تقليدي معمول به في جميع أنحاء العالم	• صعب التطبيق في المناطق المزدحمة • يتطلب عمالة مكثفة

الفصل الثالث

طريقة البحث

٣ طريقة البحث

لتقويم النظام الحالي ودراسة النظم البديلة الممكنة من الناحية الفنية والاقتصادية واختيار النظام المناسب لظروف المنطقة تحتاج هذه الدراسة إلى أعمال ميدانية لجمع البيانات الضرورية وأعمال مكتبية لتحليل ما تجمع من بيانات. وفيما يلي شرح للمنهج الذي أتبع لإنجاز الدراسة.

٣-١ الأعمال الميدانية:

٣-١-١ الزيارات الميدانية:

للوقوف على طبيعة المكان والتعرف على حجم وأسباب المشكلة نظم فريق الدراسة عدة زيارات ميدانية للحرمين الشريفين تم خلالها ملاحظة ورصد سلوكيات المتواجدين في منطقة الدراسة وأخذ صور فوتوغرافية وبالفيديو لمراجعتها لاحقاً. وكان التكثيف في التصوير على مناطق الازدحام وأماكن توزيع أطعمة الإفطار بشهر رمضان ونقاط تجميع المخلفات وعملية الجمع والنقل بالإضافة إلى بعض سلوكيات وممارسات بعض من تواجد بمنطقة الدراسة أثناء الزيارة. ولهذه الزيارات الميدانية هدف آخر هو مراقبة النظام الحالي لتقويم أداءه وكفاءته وتقدير فترة بقاء المخلفات الصلبة في نقاط التجميع الرئيسية.

٣-١-٢ تقدير نسبة العناصر المكونة للمخلفات الصلبة:

لمعرفة مكونات المخلفات الصلبة المتولدة داخل الحرمين الشريفين والساحات المحيطة بهما وتحديد نسبة كل عنصر من عناصرها تم تجهيز موقع بالقرب من مرمى النفايات بالمعيصم بمكة المكرمة وآخر بمرمى النفايات العام بالمدينة المنورة وتم توظيف عدد من العمال ومشرف لكل موقع لاستقبال عينات من عربات نقل النفايات الواردة من الحرم المكي والحرم النبوي الشريفين وتفريغ حمولتها وفرز المخلفات يدوياً حسب الأصناف المختلفة ووزن كل صنف على حدة وتدوين البيانات في جداول خصصت لهذا الغرض. والشكل رقم (٣-١) أنموذج لهذه الجداول. وقد زود كل موقع بالموازين والأجهزة المطلوبة لإنجاز المهمة كما تم تجهيز الموقع بمكة المكرمة بكبينة لسكن العمال. وقد تم تقدير نسب مكونات المخلفات الصلبة المتولدة داخل الحرمين الشريفين والساحات المحيطة بهما بأخذ عينات عشوائية للمخلفات الصلبة من العربات القادمة من مناطق الدراسة ثم فرزت هذه العينات يدوياً في حاويات مختلفة خصصت كل حاوية بداخلها كيس من البلاستيك لاستقبال عنصر واحد من العناصر المذكورة في الشكل (٣-١) وعند امتلاء الحاوية يربط عنق الكيس ويستبدل بكيس آخر. وبعد فرز كامل العينة تجمع أكياس كل عنصر على حدة وتوزن وتدون البيانات في الحقل المخصص للعنصر في الجدول.

بعد إكمال العمل الميداني تم تفريغ البيانات من الجداول على جهاز الحاسب الآلي لتقدير نسبة كل عنصر من عناصر المخلفات المتولدة بكل من المسجد الحرام والمسجد النبوي الشريفين.

الشكل رقم (٣-١): أنموذج لجدول تدوين بيانات مكونات المخلفات الصلبة.

MADINAH MOSQUE

COMMENTS

TIME:-

DATE::- / / 1998

PLASTIC	PAPER	FOOD WASTE	LEATHER +RUBBER	ALUMIN.	GLASS	TEXTILE	CHILDREN DIAPPERS	OTHERS

٣-١-٣ تقدير المحتوى الرطوبي للمخلفات الصلبة

تـــم أخـــذ عينات عشوائية من العينات التي أخذت لتقدير نسب العناصر المكونـــة للمخلفات المتولدة بمنطقتي الدراسة وعينات أخرى من المخلفات بعد فـــرزها لمعرفة معدل المحتوى الرطوبي في خليط المخلفات ولكل عنصر على حده.

تم وزن كل عينة وسجل وزنها في نماذج معدة لهذا الغرض. بعد ذلك تم تجفيف العينات في أفران كهربية تحت ظروف منظمة (٧٨م° لمدة ٢٤ ساعة) للـــتخلص مما تحتويه من سوائل. بعد مرور ٢٤ ساعة توزن العينة مرة ثانية بعـــد التجفـــيف وتسجل البيانات بنفس النماذج لحساب النسبة المئوية للمحتوى الرطوبي من المعادلة التالية.

$$\%M = \frac{Wi - Wf}{Wi} * 100 \qquad (3\text{-}1)$$

حيث:

%M نسبة المحتوى الرطوبي في العينة

Wi وزن العينة قبل التجفيف

Wf وزن العينة بعد التجفيف

٣-١-٤ الاستبيانات الميدانية:

لمعرفة أراء زوار المسجد الحرام حيال الجهود المبذولة لنظافة الحرمين الشـــريفين وتقويـــم مستوى النظافة الحالي والتعرف على أهم الأسباب الداعية

لتناول الأطعمة والمشروبات في ساحات الحرم وكذلك للإطلاع على مقترحات ووجهـات نظر المصلين حول نظافة الحرم فقد أعد الاستبيان الوارد في الشكل رقـم (٣-٢) بعدة لغات وهي : العربية ، الإنجليزية ، الفارسية ، الأوردو ، الفرنسية والملايو وتم توزيع هذه الاستبيانات على زوار الحرم المكي الشريف قبـيل وبعـد وقت الإفطار ابتداء من العاشر وحتى التاسع والعشرين من شهر رمضـان المبارك عام ١٤١٨هـ. وروعي في تصميم الاستبيان إدراج أسئلة اختـباريه لمعـرفة جديـة وموضوعية أفراد العينة وكشف تعارض الإجابات لاستبعاد الاستبيانات التي من الواضح تعارض إجاباتها إما بسبب عدم فهم أفراد العينة للاستبيان أو غياب الجدية في تعبئتها. الشكل رقم (٣-٢) عبارة عن ثلاثة أجزاء الأول خاص بالبيانات الشخصية لمالئ الاستبيان وسبب وجوده في منطقة الدراسـة، والجزء الثاني لمعرفة الدوافع لتناول طعام الإفطار بساحات الحرم، أمـا الجزء الأخير ففيه يدلي مالئ الاستبيان برأيه في بعض الحلول المقترحة ومسـتوى نظافـة الحرم والساحات المحيطة به. كما أنه ترك لمالئ الاستبيان الفرصة للتعليق والإدلاء باقتراحات جديدة يرى إدراجها.

مشروع نظافة الحرمين

مركز أبحاث الحج جامعة أم القرى — اسم جامع البيانات ....

الجنسية:			
١. هل أنت معتمر	نعم ☐	لا ☐	
٢. مكان الإقامة	مكة المكرمة ☐	خارج مكة ☐	
٣. (للقادمين من خارج مكة) مدة الإقامة	يوم ☐	أكثر من يوم ☐	
٤. (للمقيم أكثر من يوم) مكان الإقامة بمكة	شقة ☐	فندق ☐	بساحات الحرم ☐

لماذا تتناول طعام الإفطار بساحات الحرم

السؤال			
هل للبقاء قريباً من الحرم؟	نعم ☐	لا ☐	لا أدري ☐
١. هل لتناول وجبة مجاناً؟	نعم ☐	لا ☐	لا أدري ☐
٢. هل لارتفاع أسعار الطعام بالمطاعم؟	نعم ☐	لا ☐	لا أدري ☐
٣. هل لعدم توفر المطاعم قريباً من الحرم؟	نعم ☐	لا ☐	لا أدري ☐
٤. هل لأن المطاعم غير مجهزة للأكل داخلها؟	نعم ☐	لا ☐	لا أدري ☐
٥. هل لعدم وجود أماكن للنساء بالمطاعم؟	نعم ☐	لا ☐	لا أدري ☐
٦. هل لازدحام المطاعم القريبة من الحرم؟	نعم ☐	لا ☐	لا أدري ☐
٧. هل لأن الأكل قرب الحرم أكثر بركة ؟	نعم ☐	لا ☐	لا أدري ☐

السؤال			
٨. لو توفرت مطاعم مناسبة قرب الحرم هل تفضل تناول الإفطار بها؟	نعم ☐	لا ☐	لا أدري ☐
٩. هل تفضل استمرار منع دخول الطعام إلى داخل الحرم؟	نعم ☐	لا ☐	لا أدري ☐
١٠. هل تعتقد أن هناك حاجة لمنع دخول الطعام إلى ساحات الحرم؟	نعم ☐	لا ☐	لا أدري ☐
١١. هل تفضل منع توزيع الأطعمة في ساحات الحرم؟	نعم ☐	لا ☐	لا أدري ☐
١٢. هل ستأتي للإفطار بساحات الحرم لو توفر الطعام المجاني قرب إقامتك؟	نعم ☐	لا ☐	لا أدري ☐
١٣. لو منع توزيع الطعام في ساحات الحرم هل تحضر معك طعامك؟	نعم ☐	لا ☐	لا أدري ☐
١٤. هل أحضرت طعام الإفطار معك؟	نعم ☐	لا ☐	لا أدري ☐
١٥. ما هو انطباعك عن مستوى النظافة بساحات الحرم؟	نظيف جداً ☐	نظيف ☐	متسخ ☐

لأي اقتراحات إضافية يرجى استخدام الوجه الآخر من ورقة الاستبيان

الشكل رقم (٣-٢): أنموذج استبيان البيانات الخاصة بتناول طعام الإفطار بساحات الحرم المكي الشريف.

٣-٢ الأعمال المكتبية:

٣-٢-١ تقدير كميات المخلفات الصلبة:

تحتفظ أمانة العاصمة المقدسة وأمانة المدينة المنورة بسجلات بأوزان وأعداد العربات التي ترد إلى مرمى النفايات من الحرمين الشريفين لشهر رمضان المبارك. أما باقي أيام السنة فليس هناك أي معلومات عن كمية المخلفات المتولدة بمنطقة الدراسة إنما يتم إدراجها في مجمل مخلفات المنطقة التابعة لها. ومن هذه البيانات يتم حساب كميات المخلفات المتولدة يوميا في الحرمين الشريفين والساحات المحيطة بهما أيام شهر رمضان المبارك. ولصعوبة إحصاء عدد المتواجدين في منطقة الدراسة لكثرة أعداد القادمين والمغادرين لمنطقة الدراسة فإنه ترك تقدير كمية ما ينتجه الفرد فترة بقائه قرب الحرم. وبالتنسيق مع إدارة مشاريع الحرم المكي الشريف وإدارة مشاريع الحرم النبوي الشريف بمجموعة بن لادن السعودية أمكن الحصول على البيانات المتعلقة بكميات المخلفات الصلبة المتولدة يوميا بالحرمين الشريفين والساحات المحيطة بهما خلال شهر رمضان المبارك.

٣-٢-٢ حساب كثافة المخلفات الصلبة :

تـــنقل مخلفـــات الحرم المكي الشريف في عربات مكشوفة يصعب منها تقديـــر حجـــم المخلفات الواردة بالدقة المطلوبة. لذلك فإنه استقر الرأي على استخدام كثافة كل عنصر وحساب كثافة المخلفات الصلبة مجملة كالتالي:

$$\rho_t = \frac{m_t}{\sum_{i=1}^{n} \frac{m_i}{\rho_i}} \qquad (3-2)$$

حيث أن: ρ_t = كثافة مجمل المخلفات،

M_t = الكتلة الإجمالية للعينة،

m_i = كتلة العنصر i في العينة،

ρ_i = كثافة العنصر i في العينة،

n = عدد العناصر في العينة.

٣-٢-٣ تصميم النظام المبدئي لنقل المخلفات:

يـتم إعـداد التصـميم المبدئي للبديل المقترح بعد جمع البيانات الخاصة بكميات المخلفات الصلبة ومعرفة خواصها الفيزيائية ومكوناتها إضافة إلى البحـث عـن المـتاح مـن الموارد وإيجاد المكان المناسب لوضع النظام المقـترح. ويشمل التصميم المبدئي تصور تقريبي لشبكات نقل المخلفات الصلبة وتقدير مبدئي للمواصفات الضرورية لأجزاء هذا نظام. لمزيد من المعلومـات عن أجزاء الأنظمة المدرجة بهذه الدراسة راجع الفصل الثاني (نظم نقل المخلفات الصلبة).

الفصل الرابع

النتائج

٤ النتائج

٤-١ مخلفات الحرمين الشريفين

تتمـــيز مخلفات الحرمين الشريفين عن المخلفات البلدية بخلوها تقريباً من المعادن والأخشاب وارتفاع نسبة البلاستيك والمطاط والجلود. كما أن لقصر زمن توليـــدها فـــي أيام رمضان وضيق المساحة التي تتولد بها هذه المخلفات أثر كبير علـــى تصميم نظام فعال لإدارة هذه المخلفات. والتغير الموسمي الحاد في كميات المخلفات الصلبة بالحرمين الشريفين والساحات المحيطة بهما وخصوصاً المسجد الحـــرام إضـــافة أخـــرى إلى العقبات التي تعترض سبل اختيار وتصميم البديل الاقتصادي المناسب.

٤-١-١ تولد المخلفات بمنطقة الحرمين:

فـــي شـــهر رمضـــان المبارك تتولد معظم المخلفات الصلبة في منطقتي الدراســـة بعد صلاة المغرب نتيجة توزيع وتناول طعام الإفطار إما بداخل المسجد أو خارجه بالساحات المحيطة. ولحجم الأطعمة التي توزع داخل وخارج المسجد بـــدون تنظـــيم أثر كبير في ارتفاع كمية المخلفات. وفي أيام الحج ترتفع كميات المخلفـــات بهذه المنطقة تبعاً لارتفاع عدد زوار المسجد إلى قرابة المليوني نسمة يقضـــون وقـــتاً ممـــتداً داخل أو قرب الحرمين. أما بقية أيام السنة فمعدل توليد المخلفات يبقى ثابتاً تقريباً باستثناء بعض الأيام المميزة كيوم عاشوراء مثلاً.

٤-١-٢ كميات المخلفات الصلبة

من المفاجأ أنه لا توجد بيانات متكاملة عن كميات المخلفات الصلبة المتولدة في أي من الحرم المكي والحرم الحرم النبوي الشريفين والساحات المحيطة بهما. ولا تحتفظ أمانة المدينة المنورة أو أمانة مكة المكرمة أو إدارة النظافة بمجموعة بن لادن السعودية رغم أهمية هذه البيانات في تطوير نظام إدارة المخلفات الصلبة في المنطقتين. وتحتفظ المجموعة ببيانات عن كميات المخلفات الصلبة المتولدة بالحرمين الشريفين والساحات المحيطة بهما لشهر رمضان المبارك لما تواجهه من عقبات في إدارة المخلفات في هذه الفترة. أما موسم الحج ورغم ما تواجهه المجموعة من صعوبات في جمع ونقل المخلفات الصلبة في هذه الفترة خاصة في الحرم المكي الشريف فإنها لا تحتفظ ببيانات عن كميات المخلفات أو عن عدد الرحلات إلى مرمى النفايات في منطقة التخلص النهائي.

ومن الزيارات الميدانية والتحدث مع المسؤولين في مجموعة بن لادن السعودية بات من المؤكد أن كمية المخلفات الصلبة تبلغ ذروتها ليلة السابع والعشرين من شهر رمضان المبارك في كلا المنطقتين.

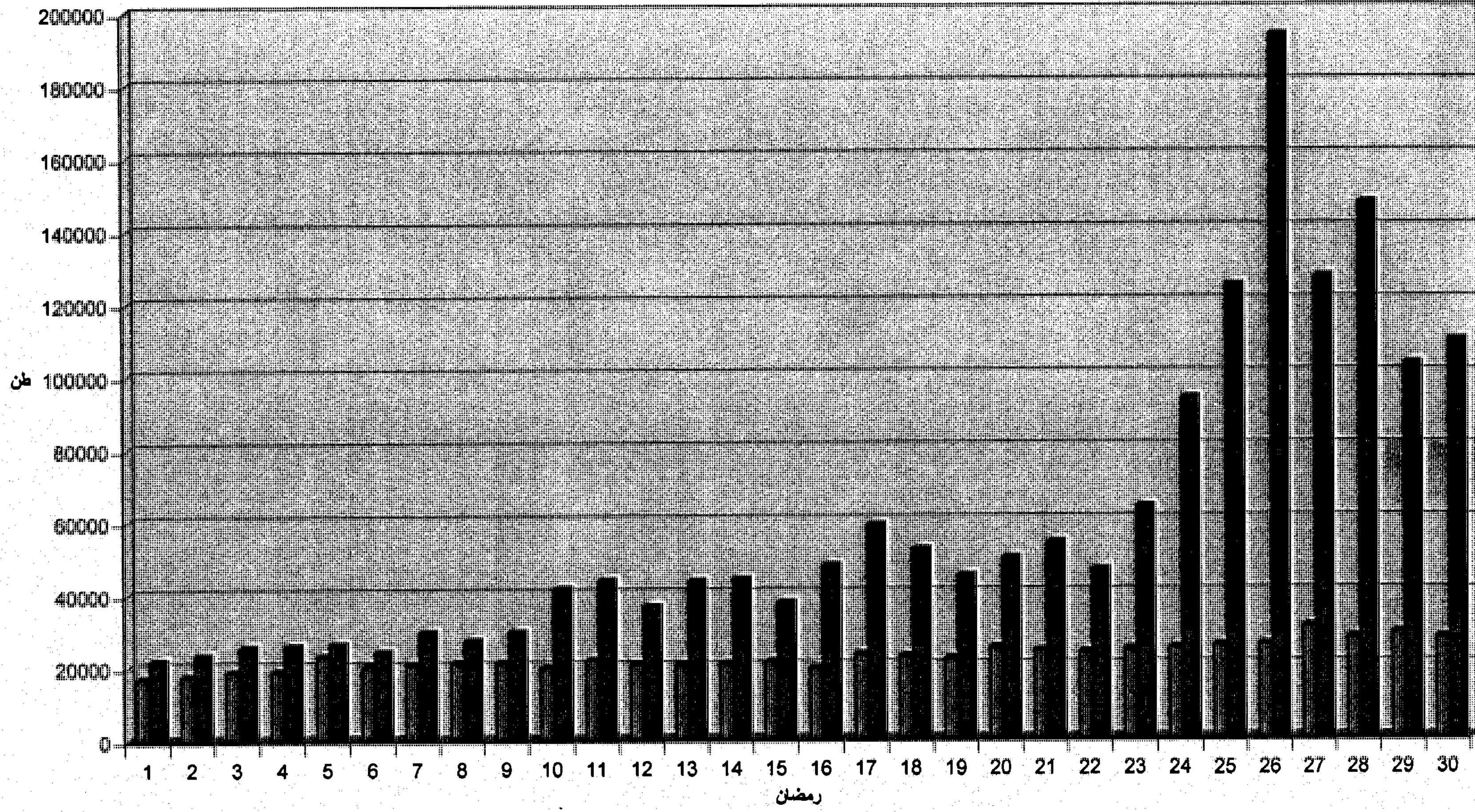
وفي الجدول رقم (٤-١) كميات المخلفات الصلبة المتولدة يومياً لشهر رمضان المبارك في كل من الحرم المكي والحرم النبوي الشريفين والساحات المحيطة بهما. ويوضح الشكل رقم (٤-١) التزايد اليومي الحاد في كميات المخلفات الصلبة المتولدة في شهر رمضان المبارك في منطقتي الدراسة.

ويظهر التباين في كميات المخلفات المتولدة في الحرم المكي الشريف خلال شهر رمضان المبارك أكثر حدة منه في الحرم النبوي الشريف. فتتزايد كميات المخلفات في العشرة الأواخر من رمضان وتصل إلى مأتي طن تقريباً ليلة السابع والعشرين.

ولكــن مــع التنظــيم المقترح لنسك العمرة، من المتوقع أن تتزايد أعداد الوافديــن لأداء هــذا النســك وتزداد تبعاً لذلك كمية المخلفات الصلبة بالحرمين الشريفين على مدار السنة ويقل التباين نسبياً.

جدول رقم (٤-١): كميات المخلفات الصلبة المتولدة في الحرم المكي والحرم النبوي الشريفين والساحات المحيطة بهما خلال شهر رمضان المبارك ١٤١٩هـ.

التاريخ	الحرم المكي	الحرم النبوي
٩/١	٢١٦٠٠	١٦٩٦٠
٩/٢	٢٣٠٠٠	١٧٤٨٠
٩/٣	٢٥٣٠٠	١٨٥٤٥
٩/٤	٢٥٦٠٠	١٨٧٢٠
٩/٥	٢٦١٠٠	٢٢٨٤٠
٩/٦	٢٤٠٠٠	٢٠٠٧٠
٩/٧	٢٩٣٠٠	٢٠٥٧٠
٩/٨	٢٧٠٠٠	٢٠٩٧٠
٩/٩	٢٩٣٠٠	٢١١١٠
٩/١٠	٤١٣٠٠	١٩٦٩٠
٩/١١	٤٣٤١٥	٢١٦٦٠
٩/١٢	٣٦٣٠٠	٢٠٦١٠
٩/١٣	٤٣٢٠٠	٢٠٣٩٠
٩/١٤	٤٣٨٠٠	٢٠٧٦٠
٩/١٥	٣٧٣٠٠	٢١٢١٠
٩/١٦	٤٧٤٥٠	١٩٤٩١
٩/١٧	٥٨٦٩٢	٢٣١٥٠
٩/١٨	٥١٩٢٥	٢٢٥٦٠
٩/١٩	٤٤٦٢٠	٢٢٠٨٠
٩/٢٠	٤٩٥٤٢	٢٤٩٨٠
٩/٢١	٥٣٨٠٠	٢٤٠٧٠
٩/٢٢	٤٦١٩١	٢٣٥٥٠
٩/٢٣	٦٣٥٥٢	٢٤٥١٠
٩/٢٤	٩٣٣٢٥	٢٤٧٧٠
٩/٢٥	١٢٤٢٥٠	٢٥٤٢٠
٩/٢٦	١٩٢٨٠٠	٢٥٦٤٠
٩/٢٧	١٢٦٦٠٠	٣٠٥٢٠
٩/٢٨	١٤٦٨٠٠	٢٧٦٦٠
٩/٢٩	١٠٢٧٠٠	٢٨٨٥٠
٩/٣٠	١٠٩٠٧٥	٢٧٤١٠



الشكل رقم (٤-١): كميات المخلفات الصلبة المتولدة يومياً خلال شهر رمضان عام ١٤١٨هـ.

٤-١-٣ مكونات المخلفات الصلبة

لا تختلف نسبة العناصر المكونة لمخلفات الحرمين الشريفين والساحات المحيطة بهما كثيراً عن المخلفات السكنية باستثناء قطع الأثاث والقطع الكهربية بأحجامها المختلفة مثل البراد والغسالة والمكوى ...الخ. كما أنه لا توجد بها مخلفات إنشائية أيضاً. وتحتوي كغيرها من المخلفات البلدية على نسبة كبيرة من المخلفات البلاستيكية والورقية وفضلات الطعام. ففي الجدول رقم (٤-٢) نجد أن مجموع نسبة المخلفات البلاستيكية والورقية وفضلات الطعام الناتجة عن نظافة الحرم المكي الشريف والساحات المحيطة تمثل الجزء الأكبر من مجموع المخلفات المتولدة فتتراوح مابين ٦٣% في شهر ذي الحجة و٨٦% في شهر رمضان المبارك. وكما هو موضح بالشكلين رقم (٤-٢) ورقم (٤-٣) تختلف نسبة فضلات الطعام ما بين شهر رمضان وباقي أشهر السنة ففي شهر رمضان تبلغ نسبة فضلات الطعام أكثر من ٣٠% بينما لا تكاد تصل إلى ١٠% في أشهر أخرى مثل ذي الحجة ويرجع هذا إلى الأعداد الكبيرة من زوار بيت الله الذين يتناولون وجبة الإفطار بساحة الحرم المكي الشريف أو بداخله. ويلاحظ كذلك من الجدول أنه أدرجت حفائظ الأطفال كعنصر مستقل لارتفاع نسبتها في مخلفات الحرم.

ولا تختلف نسب العناصر في مخلفات الحرم النبوي الشريف والساحات المحيطة به كثيراً عما هو الحال في مكة المكرمة كما هو موضح في الجدول رقم (٤-٣) والشكل رقم (٤-٤) فترتفع نسبة فضلات الطعام مثلاً من ١٤,٥% في المعدل السنوي إلى أكثر من ٣٤% في شهر رمضان المبارك انظر الشكل رقم (٤-٥). إلا أن فضلات الطعام في مخلفات الحرم النبوي الشريف تحتوي على كمية

أكـــبر مـــن الأطعمة الدهنية مثل الأرز واللحم والدجاج وبعض الخضار المطهوة (أنظر الصورة رقم (٤-١)).

ويلاحظ تدني نسبة عنصر الألمنيوم في المخلفات في الموقعين عما يعتبر طبيعـــياً فـــي الأماكن المزدحمة المماثلة التي عادة ما ترتفع فيها علب وزجاجات المشروبات الغازية. وقد يرجع ذلك إلى سبب أو أكثر من الأسباب التالية:

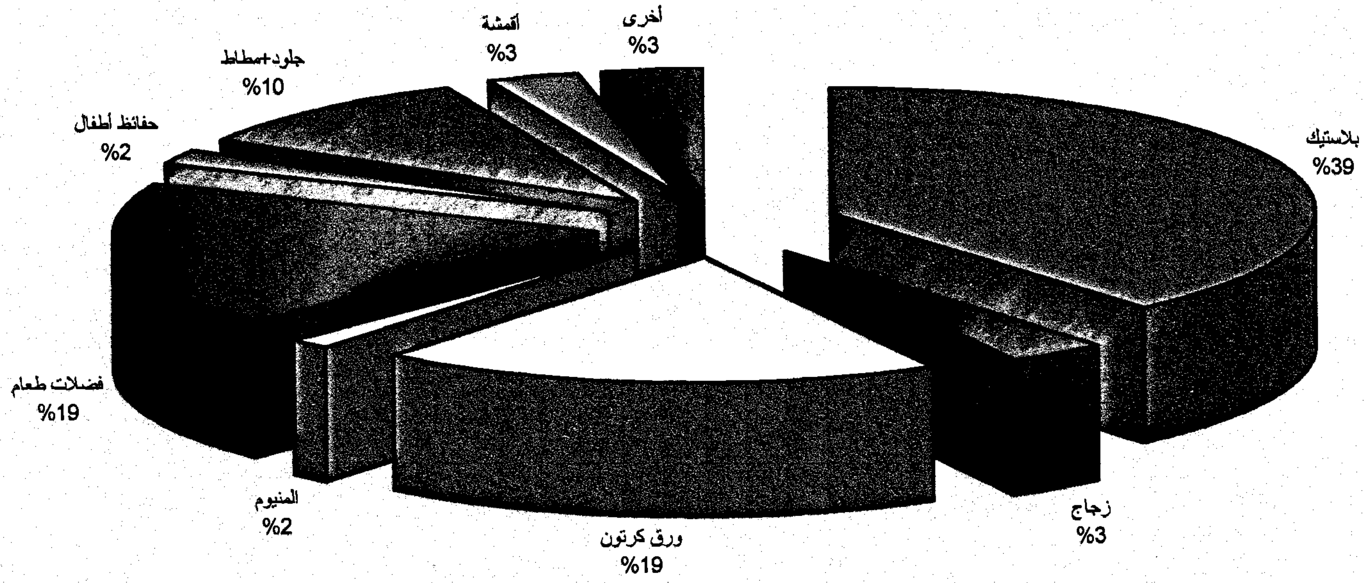
- نشاط ملتقطي الألمنيوم في مواقع الدراسة
- ارتفاع استخدام العبوات البلاستيكية قرب الحرم
- لم يلاحظ توزيع المشروبات الغازية مع وجبات الإفطار ويستعاض عنها عادة بمنتجات الألبان.
- توفر مياه زمزم بالحرمين يقلل من الحاجة إلى المشروبات الغازية.

ويمكن اعتبار السببين الأخيرين المسؤولين عن هذه الظاهرة.

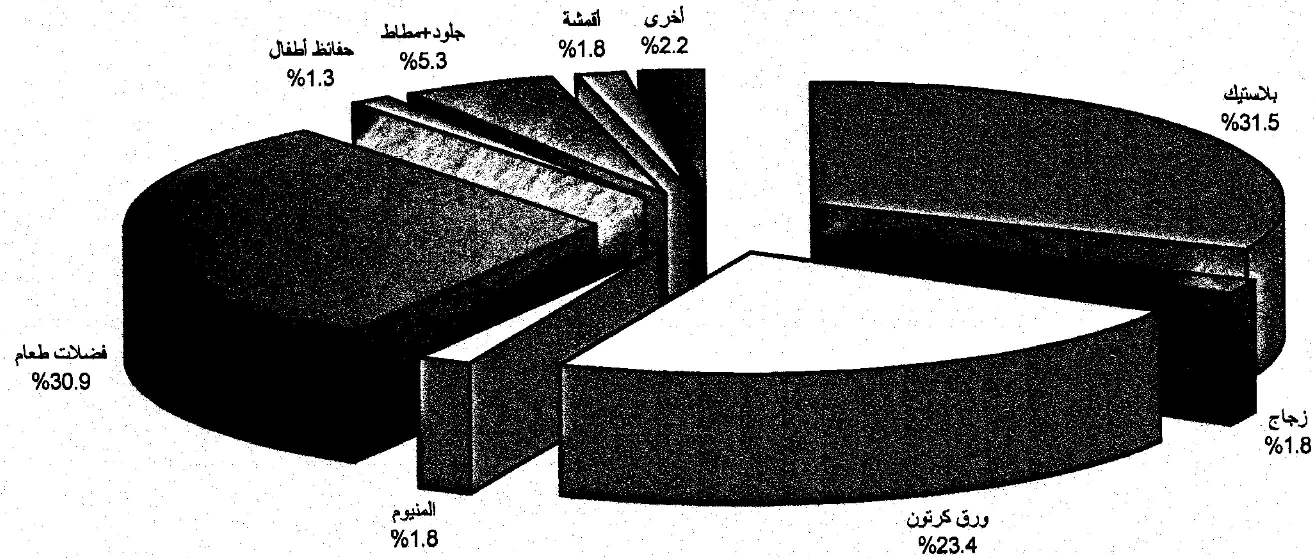
جدول رقم (٤-٢): نسبة العناصر المكونة للمخلفات الصلبة المتولدة بالحرم المكي الشريف لثمانية أشهر.

الشهر		بلاستيك	ورق+كرتون	ألمنيوم	مخلفات أطعمة	حفائظ أطفال	جلود+مطاط	زجاج	أقمشة	أخرى	المجموع
ذو القعدة	الوزن (كجم)	1679.8	539.8	26.7	414.5	4.6	993.8	26.1	86.8	233.3	4005.4
	النسبة	41.9	13.5	0.7	10.3	0.1	24.8	0.7	2.2	5.8	100.0
ذو الحجة	الوزن (كجم)	2360.1	571.1	47.2	527.9	24.5	1311.6	58.1	215.3	297.2	5413.0
	النسبة	43.6	10.6	0.9	9.8	0.5	24.2	1.1	4.0	5.5	100.0
صفر	الوزن (كجم)	2682.8	1017.5	141.9	680.7	148.6	415.4	328.1	200.2	161.4	5776.6
	النسبة	46.4	17.6	2.5	11.8	2.6	7.2	5.7	3.5	2.8	100.0
جمادى أولى	الوزن (كجم)	4350.6	2152.4	131.5	1748.6	293.1	1322.6	513.7	432.4	544.8	11489.7
	النسبة	37.9	18.7	1.1	15.2	2.6	11.5	4.5	3.8	4.7	100.0
جمادى ثاني	الوزن (كجم)	3899.6	2041.0	113.6	1683.0	217.1	1014.0	447.3	392.8	341.0	10149.4
	النسبة	38.4	20.1	1.1	16.6	2.1	10.0	4.4	3.9	3.4	100.0
رجب	الوزن (كجم)	3660.9	2208.5	157.8	1993.5	177.1	586.1	337.9	275.6	258.7	9656.1
	النسبة	37.9	22.9	1.6	20.6	1.8	6.1	3.5	2.9	2.7	100.0
شعبان	الوزن (كجم)	3049.9	1970.3	121.3	1717.8	101.3	489.5	205.3	194.4	168.7	8018.5
	النسبة	38.0	24.6	1.5	21.4	1.3	6.1	2.6	2.4	2.1	100.0
رمضان	الوزن (كجم)	3834.0	2842.5	224.1	3738.8	156.1	646.2	215.8	223.9	272.5	12153.9
	النسبة	31.5	23.4	1.8	30.8	1.3	5.3	1.8	1.8	2.2	100.0
	المجموع الكلي	74966.3	36160.3	2875.3	37144.2	3375.8	19307.1	6393.7	5985.6	6502.6	192711.0
	النسبة	38.9	18.8	1.5	19.3	1.8	10.0	3.3	3.1	3.4	100.0

الشكل رقم (٤-٢) نسبة العناصر المكونة لمخلفات الحرم المكي الشريف (١٤١٩هـ)



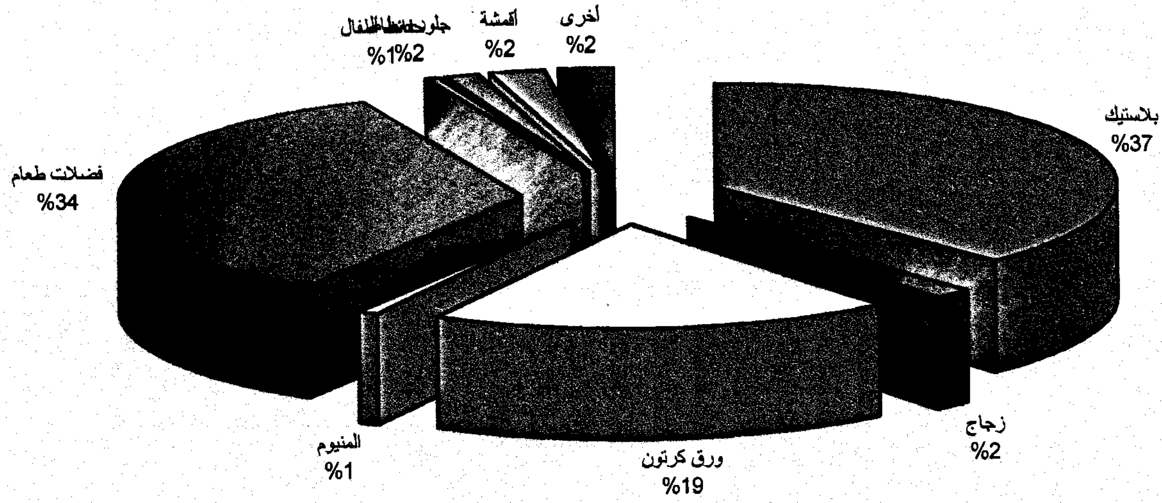
الشكل رقم (٤-٣) نسبة العناصر المكونة لمخلفات الحرم المكي الشريف (رمضان ١٤١٩هـ)



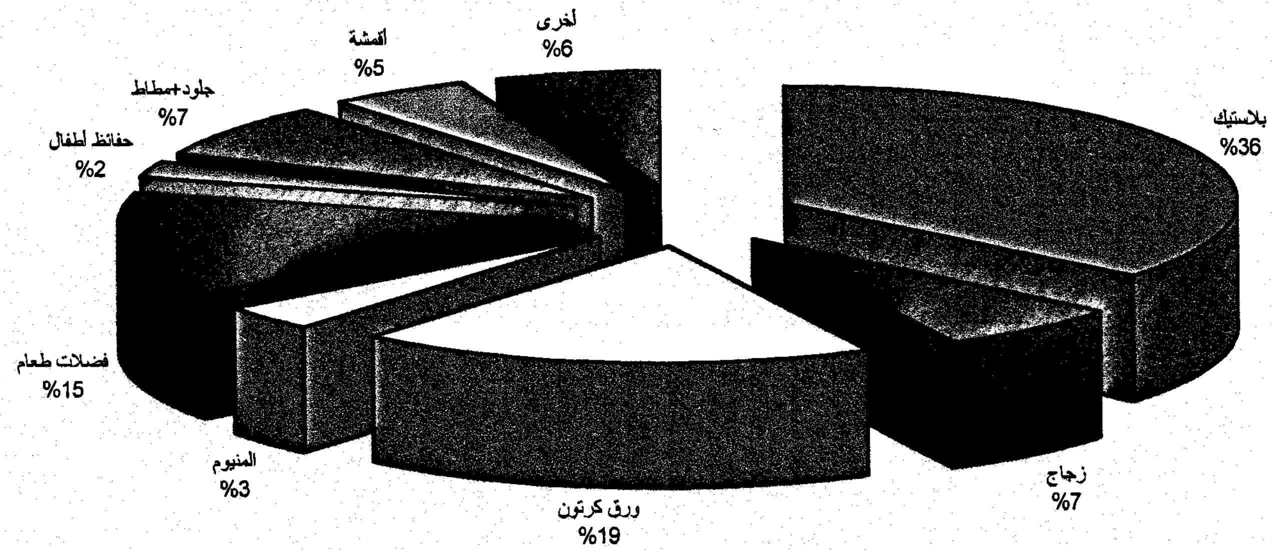
جدول رقم (٤-٣): نسبة العناصر المكونة للمخلفات الحرم النبوي الشريف (١٤١٨/١٤١٩هـ)

		بلاستيك	ألمنيوم	ورق+كرتون	جلود+مطاط	فضلات	حفائظ	زجاج	أقمشة	أخرى	المجموع
محرم	الوزن (كجم)	٥٦٤,٩	٣٢,٧	٤٥٧,٨	١٣٠,٤	٢٤٢,١	٣٣,١	١٦٠,٣	١٢٥,٤	٣٥٦,٩	٢١٠٣,٦
	النسبة	٢٦,٩	٣,٨	٢١,٨	٦,٢	١١,٥	١,٦	٧,٦	٦,٠	١٧,٠	١٠٠,٠
صفر	الوزن (كجم)	١٣٠٣,٨	٨٥,٧	٥٩٣,٠	١٤٧,٠	٤٦٣,٥	٩١,٠	٢٤٨,٤	٢٨٩,٠	٣٣٢,٣	٣٥٥٣,٧
	النسبة	٣٦,٧	٢,٤	١٦,٧	٤,١	١٣,٠	٢,٦	٧,٠	٨,١	٩,٤	١٠٠,٠
ربيع أول	الوزن (كجم)	١٦٠٠,٥	١٤٥,٠	٦٨٩,٠	٤١١,٥	٤٣١,٠	٥٣,٥	٢٧٦,٩	١٣٦,٠	٦٦,٥	٣٨٠٩,٩
	النسبة	٤٢,٠	٣,٨	١٨,١	١٠,٨	١١,٣	١,٤	٧,٣	٣,٦	١,٧	١٠٠,٠
ربيع ثاني	الوزن (كجم)	١٤٠٧,٥	١٧٦,٦	٧٠٨,٥	٣٥٥,٥	٤٠٩,٠	٥٧,٥	٢٠٢,٠	١٧٠,٠	٢٠٢,٥	٣٦٨٩,١
	النسبة	٣٨,٢	٤,٨	١٩,٢	٩,٦	١١,١	١,٦	٥,٥	٤,٦	٥,٥	١٠٠,٠
جمادى أولى	الوزن (كجم)	٨٢١,٩	١٣١,٥	٤٠٠,٢	٢٦١,٦	٣٠٢,٢	١١,٥	١٤١,٨	١٤١,٤	١٦٢,٨	٢٣٧٤,٩
	النسبة	٣٤,٦	٥,٥	١٦,٩	١١,٠	١٢,٧	٠,٥	٦,٠	٦,٠	٦,٩	١٠٠,٠
جمادى ثاني	الوزن (كجم)	٢٩٩,٨	٣٧,٧	١٥٧,٠	٦٨,٤	٦٢,٧	٥٥,٤	٨٦,٤	٥٢,١	٤٥,٨	٨٦٥,١
	النسبة	٣٤,٦	٤,٤	١٨,١	٧,٩	٧,٢	٦,٤	١٠,٠	٦,٠	٥,٣	١٠٠,٠
رجب	الوزن (كجم)	٨٩٨,١	١١٠,٣	٤٩٩,٣	٣٣٢,٤	٢٢٦,٠	١٥٢,٥	٣٣٤,٩	١٨٨,٢	١٢٧,٧	٢٨٦٩,٢
	النسبة	٣١,٣	٣,٨	١٧,٤	١١,٦	٧,٩	٥,٣	١١,٧	٦,٦	٤,٥	١٠٠,٠
شعبان	الوزن (كجم)	٨٥٠,٠	٨٦,١	٥٢٣,٥	١٤١,٠	٢٣٩,٢	٩٨,٦	٢١٩,٦	١٠٦,٠	٩٠,٠	٢٣٥٣,٨
	النسبة	٣٦,١	٣,٧	٢٢,٢	٦,٠	١٠,٢	٤,٢	٩,٣	٤,٥	٣,٨	١٠٠,٠
رمضان	الوزن (كجم)	١٤٢٧,٨	٥٥,٧	٧٠٢,٦	٣٦,٩	١٣٠١,٤	٢٢,٧	٥٤,٩	٧٧,٨	٨٨,١	٣٧٦٧,٨
	النسبة	٣٧,٩	١,٥	١٨,٦	١,٠	٣٤,٥	٠,٦	١,٥	٢,١	٢,٣	١٠٠,٠
	المجموع الكلي	٩١٧٤,٣	٨٦١,٢	٤٧٣٠,٨	١٨٨٤,٦	٣٦٧٧,٠	٥٧٥,٨	١٧٢٥,١	١٢٨٥,٨	١٤٧٢,٦	٢٥٣٨٧,٠
	النسبة	٣٦,١	٣,٤	١٨,٦	٧,٤	١٤,٥	٢,٣	٦,٨	٥,١	٥,٨	١٠٠,٠

الشكل رقم (٤-٤) نسبة العناصر المكونة لمخلفات الحرم النبوي الشريف (١٤١٩هـ)



الشكل رقم (٤-٥) نسبة العناصر المكونة لمخلفات الحرم النبوي الشريف (رمضان ١٤١٩هـ)





الصورة رقم (٤-١): منظر لنوعيات الطعام المقدمة لطعام الإفطار في ساحات الحرم النبوي الشريف (رمضان، ١٤١٩هـ).

٤-٢ الزيارات الميدانية:

من أهداف الزيارات الميدانية رصد وتحديد أسباب تراكم المخلفات الصلبة وبقائهـــا لفـــترة طويلة نسبياً بالقرب من الأماكن المقدسة مما قد يسئ إلى قدسية المكـــان وتقويـــم أداء الـــنظام الحالـــي. فرغم أنه لا يمكن القول بارتفاع كميات المخلفـــات الصلبة نسبة إلى الأعداد الكبيرة التي تتواجد قريباً من منطقة الدراسة على مدار السنة وتتضاعف في المواسم الدينية كشهر رمضان المبارك وأيام الحج إلا أن تولـــيد هذه الكميات من المخلفات في حيز ضيق ووقت قصير يجعل عملية جمعهـــا ونقلهـــا أمريـــن عسيرين. ويصبح مصدر إزعاج للمسؤولين عن نظافة الحرمين الشريفين والساحات المحيطة بهما حيث تبقى فضلات الطعام إلى ما بعد منتصف الليل أحياناً خاصة في العشر الأواخر من رمضان. ويمكن حصر أسباب بقاء المخلفات الصلبة وتراكمها أيام الازدحام إلى:

١. توليد كميات كبيرة من المخلفات الصلبة في حيز صغير. ويرجع السبب في توليد هذا الكم من المخلفات إلى كثرة الزوار طوال أيام السنة عامة وتزايد أعدادهم في المواسم الدينية (انظر الصورة رقم (٤-٢) و(٤-٣)). وفي شهر رمضان المبارك تساهم كمية الأطعمة التي توزع صدقات قرب صلاة المغرب فـــي ارتفـــاع كمـــية المخلفات الصلبة إضافة إلى الممارسات الخاطئة لبعض المتواجديـــن مـــن أخذ ما يزيد عن احتياجاتهم الذي يسبب ارتفاعاً في كميات فضلات الطعام. ومن الملحوظ وجود كميات كبيرة من الأطعمة التي لم تمسها الأيدي وتوضع مغلفة في حاويات النفايات.

٢. تولـــيد كمـــيات كبـــيرة من المخلفات الصلبة في زمن قياسي في شهر رمضـــان. يبدأ بوقت توزيع طعام الإفطار بعد صلاة العصر مباشرة وينتهي

قــرب صــلاة العشــاء. وتقف عربات الصدقات حول ساحات الحرم المكي الشريف حتى موعد آذان المغرب حيث يبدأ الصائمون في تناول ما عندهم من طعــام في عجلة زائدة ووقت قصير لا يسمح لهم بإنهاء وجباتهم فتلقى كميات كبيرة من الفضلات أو مما هو مغلف لم تمسه الأيدي فيزداد الأمر سوأ. ومن نــتائج تــناول الإفطار في عجلة تناثر الأطعمة على أرضية الساحات (أنظر الصــورة رقم (٤-٤)). أما في المسجد النبوي الشريف فتوزيع الأطعمة يتم بتنظــيم أكثر مما هو عليه الحال في الحرم المكي الشريف ولكن تبقى النتائج متشابهة حيث الظروف متماثلة من حيث الأعداد وزيادة كميات الطعام المتاح عــن الحاجــة وقصــر وقت تناول الوجبة. ففي المدينة المنورة تحدد إدارة الحرميــن مكاناً لكل من يريد تقديم الإفطار للصائمين وتمتد الموائد على كامل مساحات الساحات الخارجية ما عدا الأجزاء القريبة من جدار المسجد النبوي. كمــا لوحــظ اخــتلاف في نوعية الأطعمة المسموح دخولها إلى داخل الحرم النــبوي عما يسمح بدخوله إلى المسجد الحرام. ففي المسجد الحرام لا يسمح بدخــول غير التمر والقهوة بينما يسمح بدخول الخبز واللبن والدقة (ملح أهل المديــنة) إضــافة إلى التمور والقهوة إلى داخل المسجد النبوي الشريف الذي كذلــك تمتد به موائد المحسنين. كما أنه تزيد كمية الأطعمة الدهنية كوجبات الأرز واللحــوم والدجاج في ساحات المسجد النبوي الشريف بالمدينة المنورة عــنها فــي ســاحات المسجد الحرام (انظر الصورة رقم (٤-٥)). ويتسبب السماح بهذه الكميات من الأطعمة الدهنية إلى تخريب الرخام في ساحات الحرم بترك أثار قبيحة على سطح الرخام من الصعب أو المستحيل إزالتها إلا بتغير القطع المتضررة.

٣. دوام الاختناق المروري حول منطقة الدراسة خاصة في المواسم الدينية.

يزداد الازدحام شدة كلما اقتربت من أي من الحرمين إلا أنه وقت الدراسة يبدو الأمــر أكــثر تعقــيداً في مكة المكرمة عنه في المدينة المنورة ربما للطبيعة

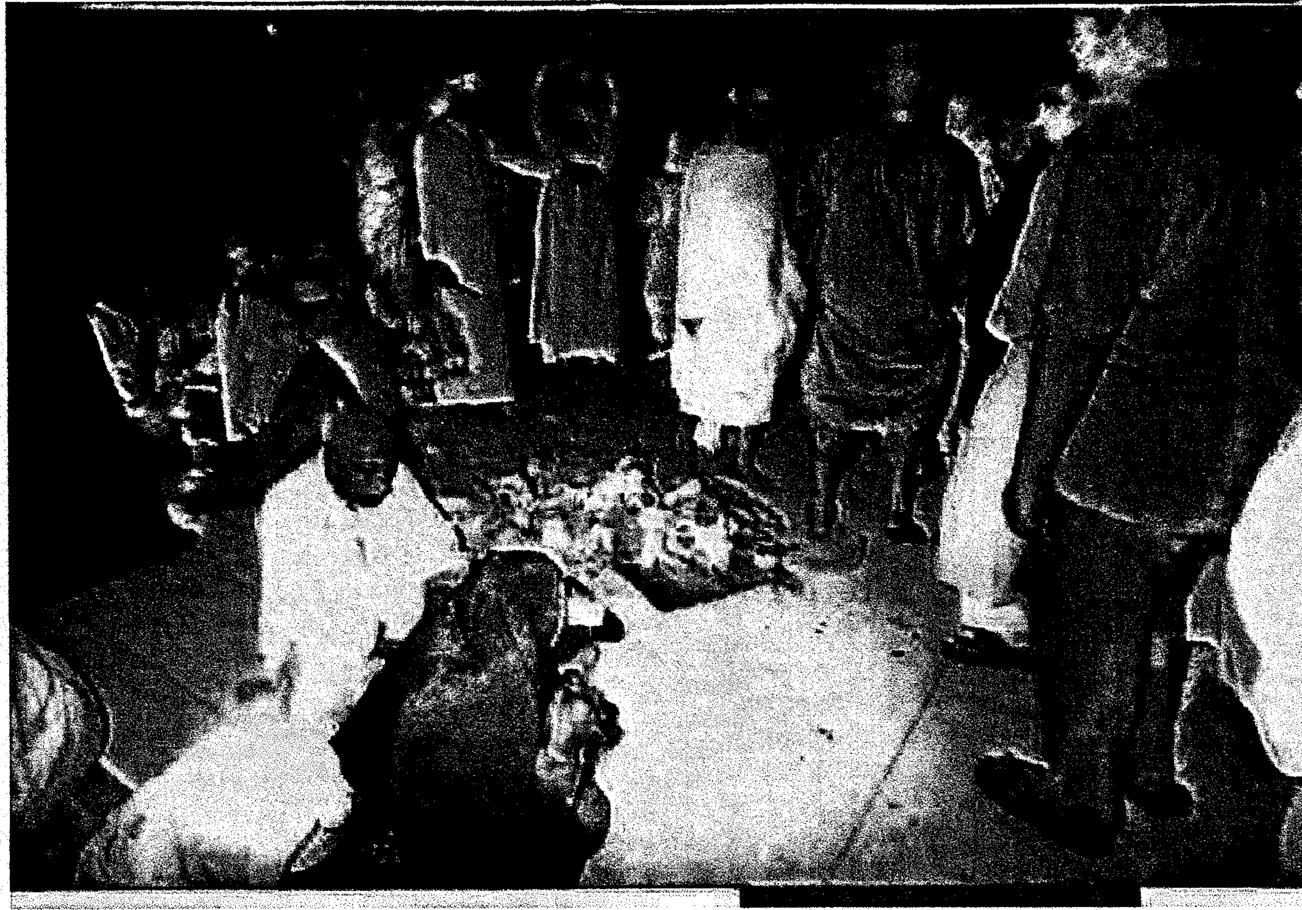
الطبوغرافية لمكة المكرمة التي هي عبارة عن واد ضيق. ورغم كثرة الأنفاق التـــي أنشـــأتها حكومـــة خادم الحرمين الشريفين بمكة المكرمة إلا أن الأعداد الضخمة المتزايدة التي تزور هذه البقاع تجعل النظر إلى حلول جديدة قد تكون إدارية لتخفيف حدة الاختناقات المرورية أمراً حتمياً.



الصورة رقم (٤-٢): منظر لأعداد المتجمعين لتناول الإفطار برمضان بساحات الحرم النبوي الشريف (رمضان، ١٤١٩هـ).



الصورة رقم (٤-٣): منظر لأعداد المتجمعين لتناول الإفطار برمضان بساحات الحرم المكي الشريف (رمضان، ١٤١٩هـ).



الصورة رقم (٤-٤): منظر لتناثر الأطعمة على أرضية ساحات الحرم المكي الشريف (رمضان، ١٤١٩هـ).



الصورة رقم (٤-٥): بعض ما يحضره المتصدقون من مختلف الأطعمة وفي قدور تملأها الأطعمة من أرز ولحم ودجاج

٤-٣ نتائج الاستبيان:

تم توظيف عشرة طلاب لجمع البيانات المتعلقة بتوزيع الأطعمة في ساحات الحـــرم وتوزيعهـــم في أماكن مختلفة بالساحات الغربية والشمالية والجنوبية. وبلغ عـــدد الأشخاص الذين وافقوا على تعبئة الاستبيان ١٥٢٦ شخصاً. وفي الجدول رقم (٤-٥) نتائج الاستبيان.

لوحظ ارتفاع نسبة المتواجدين من غير السعوديين في ساحات الحرم المكي الشـــريف حيـــث بلغت النسبة ٧٩% منهم ٧٧% من المعتمرين الذين قدموا من خارج منطقة مكة المكرمة.

ومن الزيارات الميدانية لوحظ امتلاء المطاعم القريبة من الحرم بالمفطرين وهنا دلالة على عدم توفر مطاعم كافية لهذه النسبة قرب الحرم. نعم هناك أماكن لتقديم الوجبات الخفيفة والسريعة ولكن لا تتوفر بها أماكن للجلوس ووجبة الإفطار وجـــبة أساسية تتطلب الجلوس لها خاصة مع وجود الأطفال والنساء. وتؤكد ذلك الإجابـــة علـــى الســـؤال ١٤ حيث يفضل ٥٧% من العينة تناول الإفطار في في المطـــاعم لـــو توفرت قريباً من الحرم. إضافة إلى أن أكثر من نصف العينة لا تعتبر أسعار الأطعمة مرتفعة قرب الحرم.

إن ٣٨% مـــن العيـــنة إنما تواجدت قرب الحرم لتناول وجبة مجانية ولعل النســـبة أكبر من الواقع لاستحياء البعض عن الإفصاح عن السبب الحقيقي وراء تواجـــده فـــي ســـاحات الحـــرم. ولا تمانع ٢٥% من العينة في البقاء بعيداً عن الساحات لو توفر الطعام المجاني قرب أماكن إقامتهم. وهنا كذلك قد يكون عامل الحياء مؤثراً في إجابة البعض ولعل النسبة أكبر بكثير.

ومـــن الجدول يتضح أن ٩٨% من المتواجدين في ساحات الحرم يعتبرون المكـــان نظـــيفاً وليس لهم اعتراضاً على نظافة الساحات وهذا ما تؤكده الزيارات الميدانـــية مـــع ملاحظـــة بعض الممارسات السلبية المتفرقة التي ينتج عنها تناثر

الطعــام. ويــرجع السبب في ارتفاع مستوى النظافة إلى اهتمام المسؤولين عن الــنظافة وتوظــيف أعداد كبيرة من العمالة والمعدات لمتابعة عملية النظافة. ولا يعنــي هذا قلة فضلات الطعام المتولدة بالساحات فعلى العكس هناك كميات كبيرة مــن فضلات الطعام تجمع مباشرة بعد صلاة المغرب وتستمر عملية النظافة حتى موعــد صــلاة العشاء. كما أنه لا بد من الإشارة إلى أن الاستبيان تم قبل تناول الإفطار وتناثر الأطعمة.

ومــن الظواهــر الملفــتة افتراش ١٨% من عينة الدراسة ساحات الحرم واتخاذها مسكناً مدة إقامتهم بمكة المكرمة.

ثم أنه جاءت بعض التناقضات الثانوية في إجابات العينة ولا يقلل ذلك من القــيمة العلمــية لهــذه النتائج. فمثلا في إجابة السؤال التاسع " هل تتناول طعام الإفطــار بساحات الحرم لعدم توفر المطاعم قرب الحرم " أجاب ١٢% من العينة بــأن هذا هو السبب بينما في إجابة السؤال الرابع عشر "لو توفرت مطاعم قرب الحــرم هــل تفضل تناول الطعام بها" أجابت ٥٧% من العينة بنعم. ففي الحالة الأولى يعتقد فقط ١٢% من العينة أنه لا توجد مطاعم كافية قرب الحرم بينما ٥٧ % يقولــون أنــه لو وجدت مطاعم كافية قرب الحرم لتناولنا بها الإفطار. فكيف يمكــن لـــ ٤٥% (١٢-٥٧) لا يعتقدون أن هناك نقص في عدد المطاعم قرب الحــرم أن يدعــوا أنــه لو كانت هناك أماكن كافية لتناولوا بها الإفطار. كما أن جامعــي البــيانات في ملاحظاتهم أن كثيراً ممن أجاب على السؤال رقم ٢٠ "هل أحضــرت معــك طعــامك" بنعم كان لا يحمل معه طعام أو أن بيده أو أمامه من أطعمة الصدقات.

كمــا أن وجود إجابات متطابقة تماماً لبعض المجموعات المتجانسة (من جنســية واحــد وفــي وقت واحد) يوحي إلى أنه تم تعبئة الاستبيان جماعياً أو أن جميع الإجابات هي في الواقع إجابة شخص واحد تم نسخها من قبل الباقين.

الجدول رقم (٤-٤): نتائج الإستبيان ونسبة مختلف الإجابات لكل سؤال

بيانات شخصية:

الجنسية	سعودي	غير سعودي
النسبة	%٢١	%٧٩

مكان الإقامة	داخل مكة المكرمة	خارج مكة المكرمة
النسبة	%٢٣	%٧٧

مدة الإقامة	يوم واحد	أكثر من يوم
النسبة	%١٤	%٨٦

مكان إقامة الزائرين	شقة	فندق	مفترش ساحات الحرم
النسبة	%٤٦	%٣٦	%١٨

أسباب بقاء الزائر قرب الحرم وقت تناول وجبة الإفطار:

النسبة	%نعم	%لا	%لا أدري
البقاء قريباً من الحرم	٩٠	٩	١
تناول وجبة مجانية	٣٨	٥٨	٤
ارتفاع الأسعار	٣١	٥٧	١٢
عدم توفر المطاعم قرب الحرم	١٢	٧٤	١٤
المطاعم القريبة غير مجهزة	٢٦	٥٨	١٤
لا يوجد أماكن مخصصة للنساء	٣٨	٣٧	٢٥
ازدحام المطاعم القريبة	٤١	٤٤	١٥
لحصول البركة	٨١	١١	٨

توزيع وإحضار الطعام إلى منطقة الحرم:

الإجابة	%نعم	%لا	%لا أدري
عند توفر المطاعم قرب الحرم			
أتناول فيها الإفطار	٥٧	٣٨	٥
أفضل منع دخول الأطعمة إلى الحرم	٧٤	٢٤	٢
أفضل منع دخول الطعام إلى الساحات	٤١	٥٥	٤
أفضل منع توزيع الطعام بالساحات	٣٣	٦٤	٣
أفضل تناول الوجبة بالساحات مع وجود			
الطعام المجاني قريبا من سكني	٧٠	٢٥	٥
أحضر طعامي معي لو منع توزيعه	٧٦	٢١	٣
أحضرت معي طعامي	٣٦	٦٣	٣

المستوى العام للنظافة

مستوى نظافة الحرم والساحات	نظيف جداً	نظيف	متسخ
النسبة	٧٧	٢١	٢

الفصل الخامس

نظام النقل الهوائي

٥ النظام الهوائي لنقل المخلفات الصلبة

(مكوناته، طريقة عمله، معايير تصميمه)

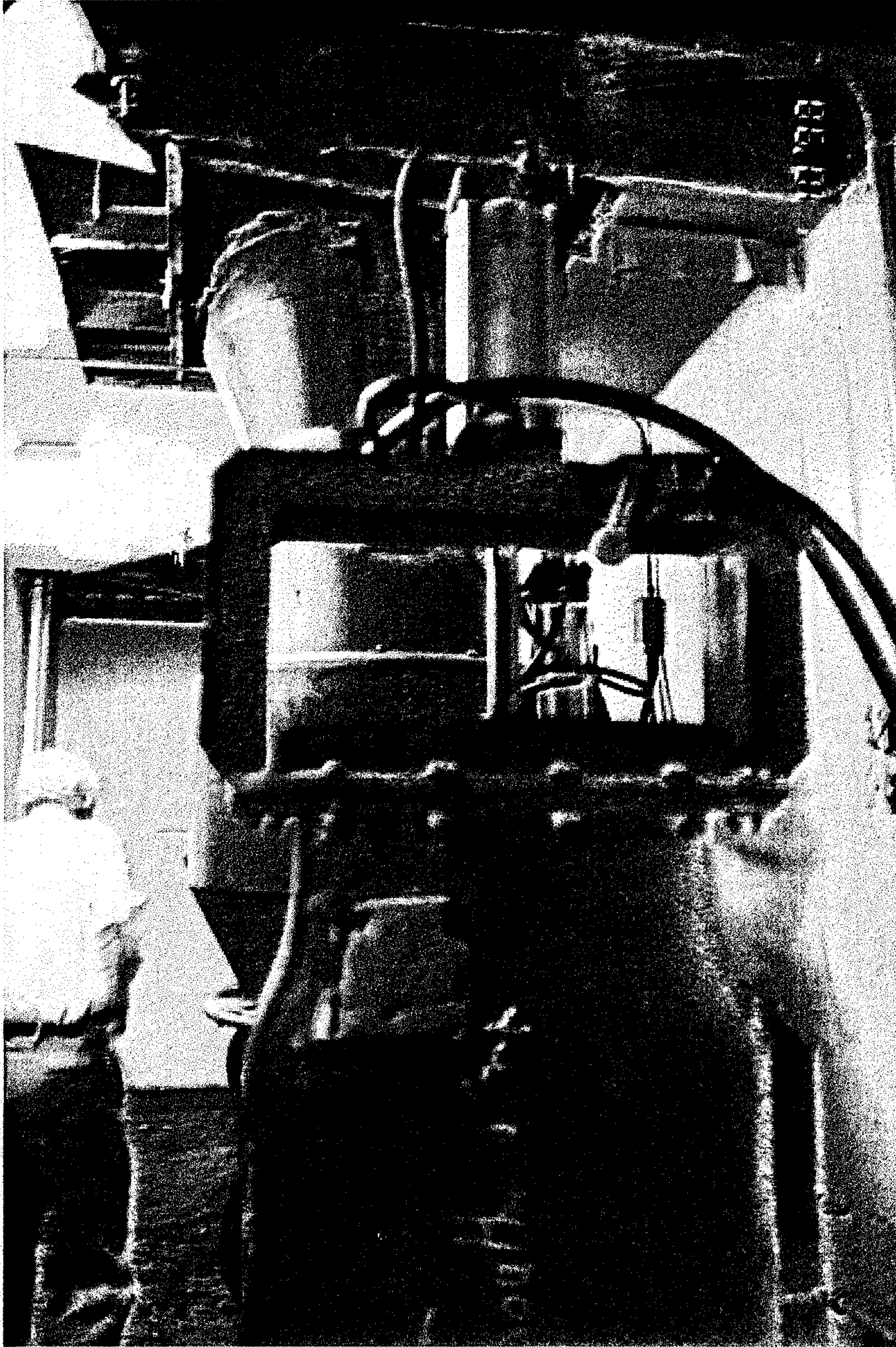
ســبق الحديث في الفصل الثاني عن بعض الأنظمة البديلة لنقل المخلفات الصــلبة مــن منطقة الحرم المكي الشريف وتبين أن نظام النقل الهوائي يعتبر أفضــل الــبدائل المــتاحة ، ومن المتوقع أن يسهم بشكل فعال في التغلب على مشكلة نقل المخلفات الصلبة إلى خارج منطقة الزحام المحيطة بالحرم الشريف. كمــا تــم عرض نبذة مختصرة عن ملامح النظام الهوائي ومميزاته، و في هذا الفصــل سيتم الحديث بالتفصيل عن مكونات هذا النظام وطريقة عمله وبعض المعايير الهندسية التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند تبني هذا النظام.

٥-١ مكونات النظام الهوائي:

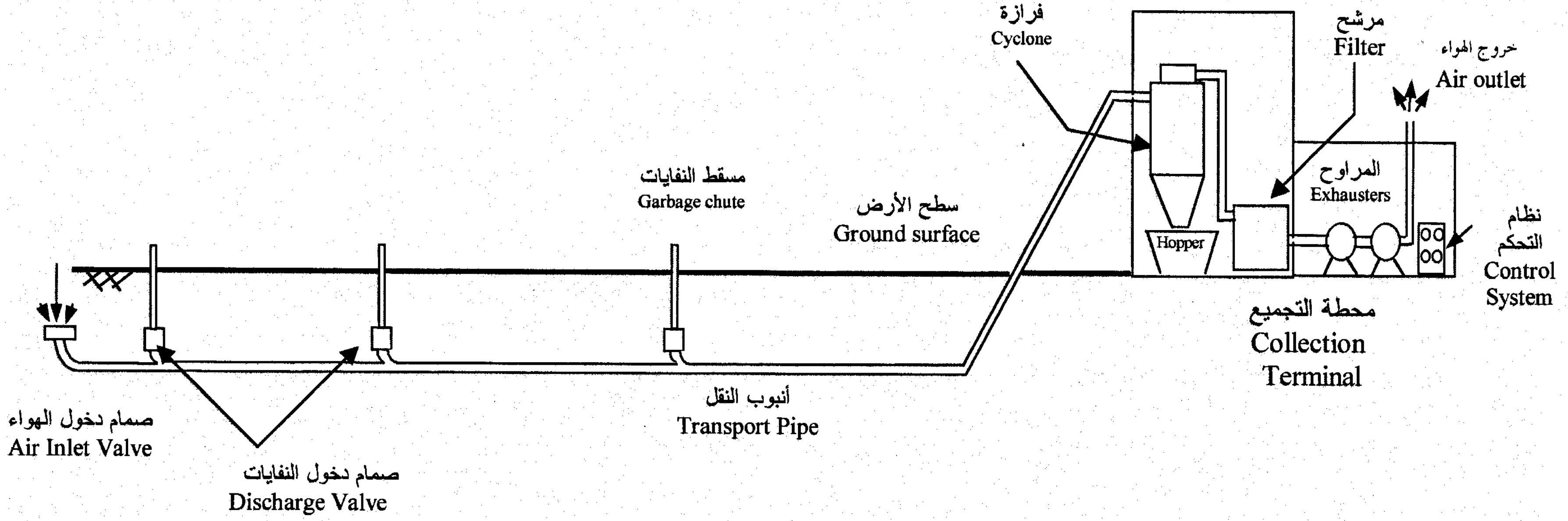
يتكون النظام الهوائي من الأجزاء التالية: صمامات دخول الهواء ، مساقط النفايات ، صمامات دخول النفايات ، خطوط الأنابيب لنقل المخلفات ، محطة التجميع وفصل الهواء ، ويعطي الشكل (٥-١) رسما توضيحيا لهذه المكونات. وسنلقى في ما يلي مزيدا من الضوء على كل جزء من هذه الأجزاء :

٥-١-١ صمام دخول الهواء Air Inlet Valve:

وهو صمام يوضع في بداية كل فرع من فروع الأنابيب الناقلة للمخلفات ويفــتح هــذا الصمام للسماح بدخول الهواء إلى ذلك الفرع بعد تشغيل مراوح الشفط لتبدأ بذلك حركة الهواء في الأنبوب لنقل النفايات المتصلة بذلك الأنبوب (الصورة رقم (٥-١)). وبعد شفط جميع النفايات من ذلك الأنبوب الفرعي يقفل الصــمام بإحكام ويفتح صمام آخر متصل بأنبوب فرعي آخر لشفط ما تجمع به مــن مخلفات. ويتم قفل وفتح هذه الصمامات عن طريق الهواء المضغوط الذي يــتم إنــتاجه فــي محطة التجميع وينقل في أنابيب صغيرة القطر تمتد بمحاذاة أنابيــب نقــل النفايات. وللحد من الإزعاج الناتج عن صوت دخول الهواء من الصمام يزود الصمام عادة بكاتم للصوت . ويتم التحكم في تشغيل الصمام عن طريق لوحة التحكم الموجودة في محطة التجميع أو عن طريق البرمجة.



صورة رقم (٥-١): صمام دخول الهواء ويقع في أول كل خط فرعي.



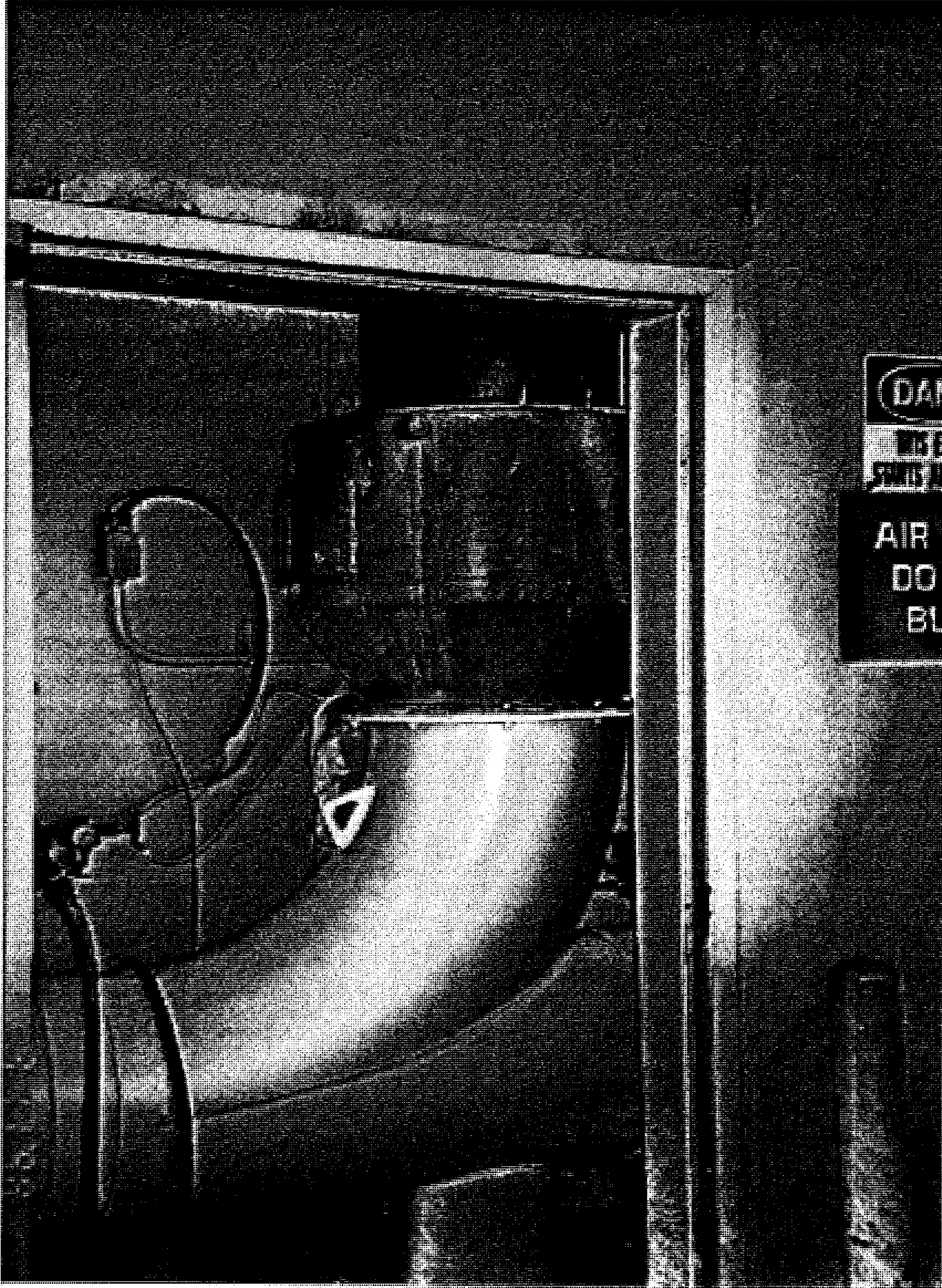
الشكل رقم (٥-١): رسم توضيحي لمكونات النام الهوائي

٥-١-٢ مساقط النفايات Garbage Chute:

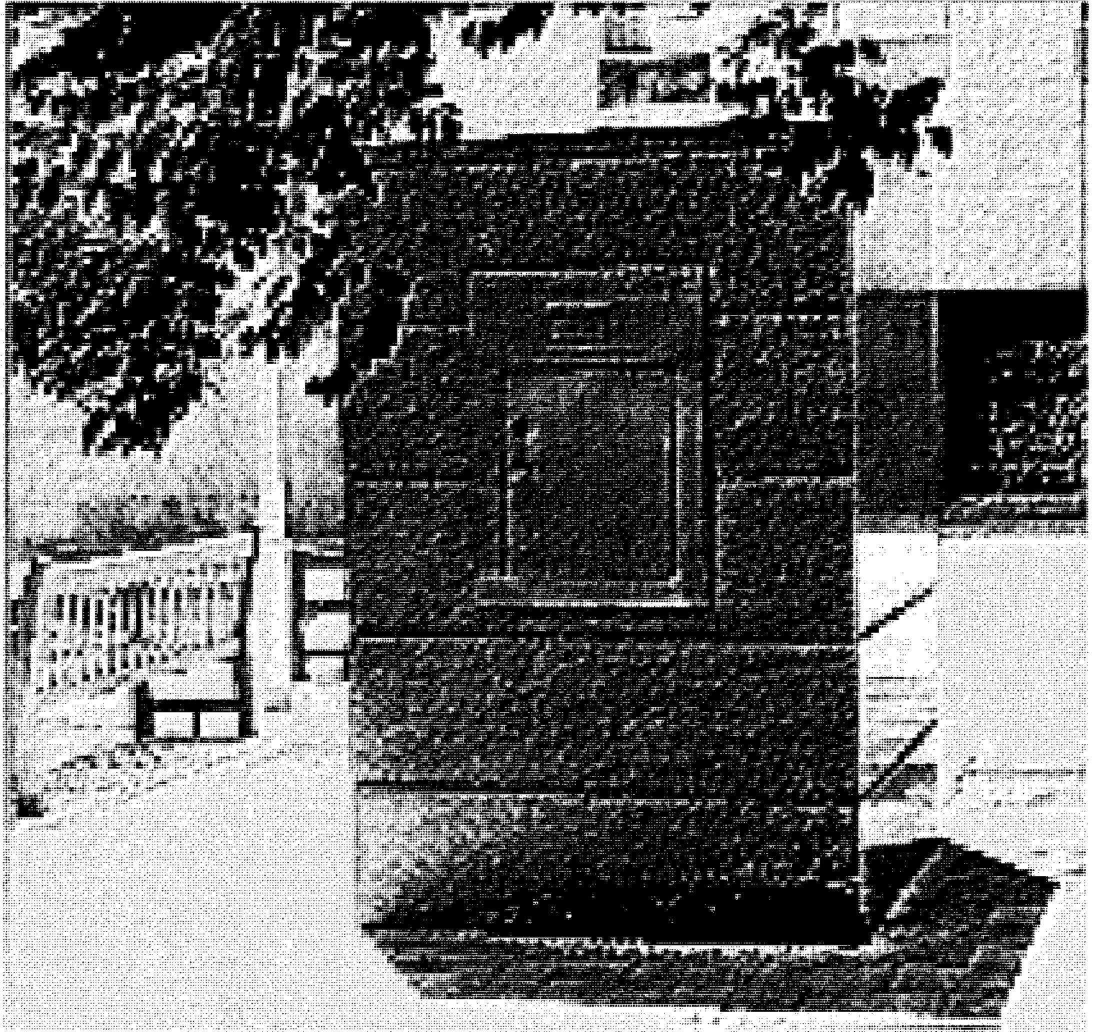
مساقط النفايات عبارة عن أنبوبة راسية تصل بين أدوار المبنى وصمام دخول النفايات الذي يربط المسقط بأنبوب النقل(الصورة رقم (٥-٢)) ، أو تمتد مــن على ارتفاع ما يقارب المتر والنصف عن سطح الأرض، في حالة ما إذا كــان مصــدر النفايات على مستوى سطح الأرض ، كما هو الحال في منطقة الحرم، إلى صمام النفايات. ويمكن أن يبنى حول الجزء البارز من المسقط فوق سطح الأرض مجسم جمالي (الصورة رقم (٥-٣)) أو أن يصنع هذا الجزء من الألمنيوم أو الفولاذ يتناسب والمظهر العام للمنطقة.

٥-١-٣ صمام دخول النفايات Garbage Valve:

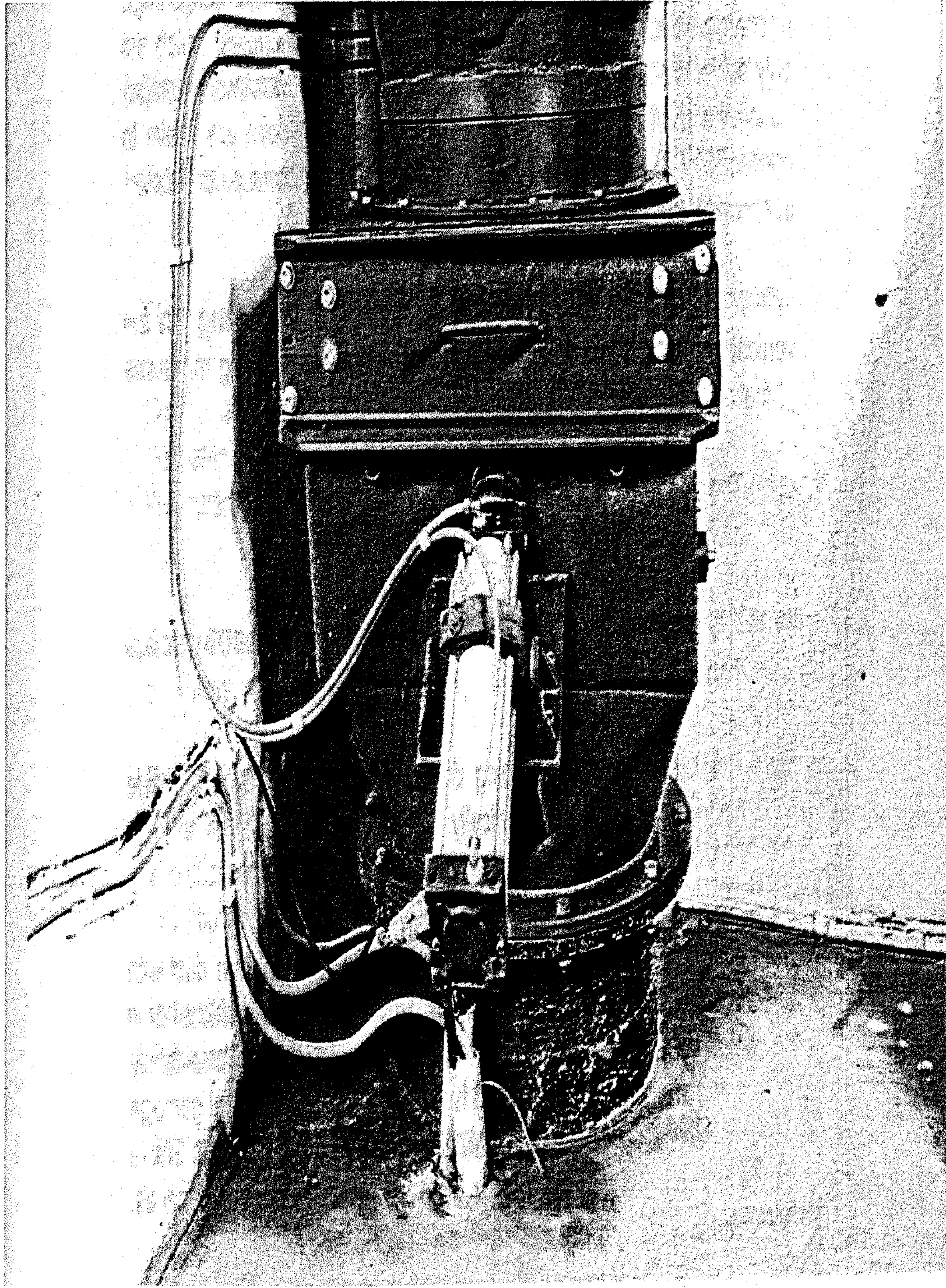
يــربط هــذا الصــمام بين مسقط النفايات وأنبوب النقل كما هو موضح بالصورة رقم (٥-٤)، ويفتح الصمام فقط عندما يراد تفريغ المسقط من النفايات المــتجمعة فيه. وكما هو الحال في صمام الهواء يتم تشغيل صمام النفايات عن طــريق الهواء المضغوط وفق جدول زمني معين ويمكن أن يزود النظام بعدد كبــير من المساقط وصمامات النفايات ولكن لا يمكن فتح أكثر من صمام واحد في نفس الوقت.



صورة رقم (٥-٢) : مساقط النفايات، الجزء الواقع تحت الأرض ويظهر في أسفله صمام النفايات من النوع القرصي.



صورة رقم (٥-٣) مساقط النفايات (الجزء البارز فوق سطح الأرض).



صورة رقم (٥-٤) : صمام دخول النفايات من النوع القلابي. ويظهر في الصورة (٥-٢) ا لنوع الآخر من صمامات دخول النفايات.

٥-١-٤ أنابيب نقل المخلفات Refuse Transport Pipe:

تصـــنع أنابيب نقل النفايات من الفولاذ أو الحديد المقاوم للصدأ وتتراوح أقطارها عادة بين ٣٠٠ مم و٥٠٠ مم. وفي السابق تمت محاولة تبطين الأنابيب بمـــادة مناســـبة لحمايتها من التآكل خاصة إذا كانت النفايات تحتوي على مواد تســـاعد علـــى الـــتآكل ولكـــن وجد أن تعرية هذه البطانة بفعل حركة الهواء والمخلفـــات يتســـبب فـــي زيادة معامل الاحتكاك الذي ينتج عنه ارتفاع لمعدل اســـتهلاك الطاقة. لذلك فإنه من المستحسن استخدام أنابيب من الحديد المقاوم للصـــدأ (Stainless Steel). وتدفـــن أنابيب النقل مثلها مثل أنابيب المياه تحت سطح الأرض أو توضع في أنفاق الخدمات إن وجدت (أنظر الصورة رقم (٥-٥)).

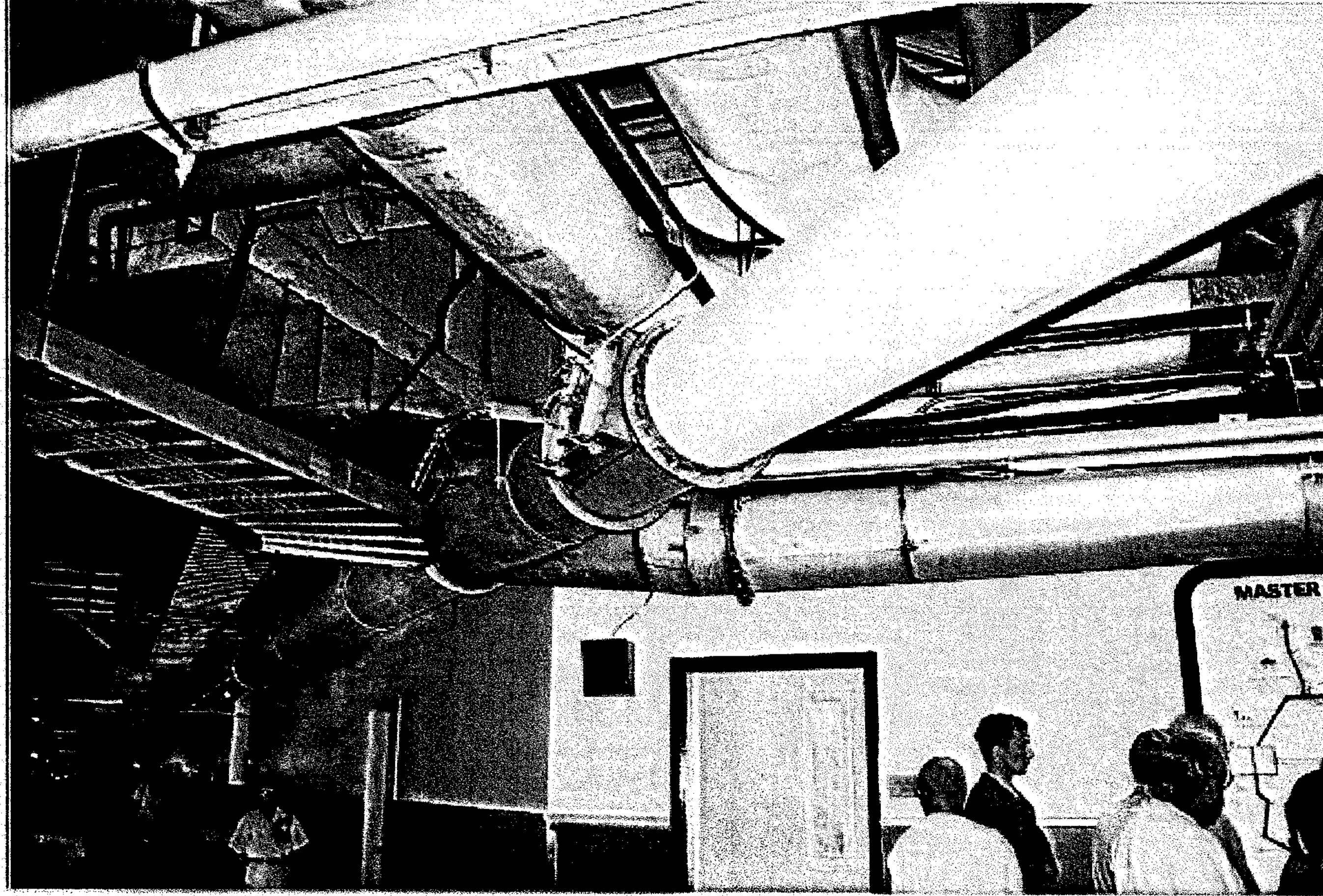
٥-١-٥ محطة التجميع Collection Terminal:

تعتبر محطة التجميع (الصورة رقم (٥-٦)) بمثابة القلب النابض للنظام الهوائي حيث تحتوي على العديد من الآلات والأجهزة اللازمة لتشغيل ومراقبة الـــنظام. ومحطـــة التجميع عادة عبارة عن مبنى صغير الحجم يتكون عادة من طابقين يبلغ ارتفاعه حوالي ٨-٩م وأبعاده الأفقية حوالي ١٠م x ٢٠م. ويحتوي المبنى على الأجهزة والمعدات التالية :

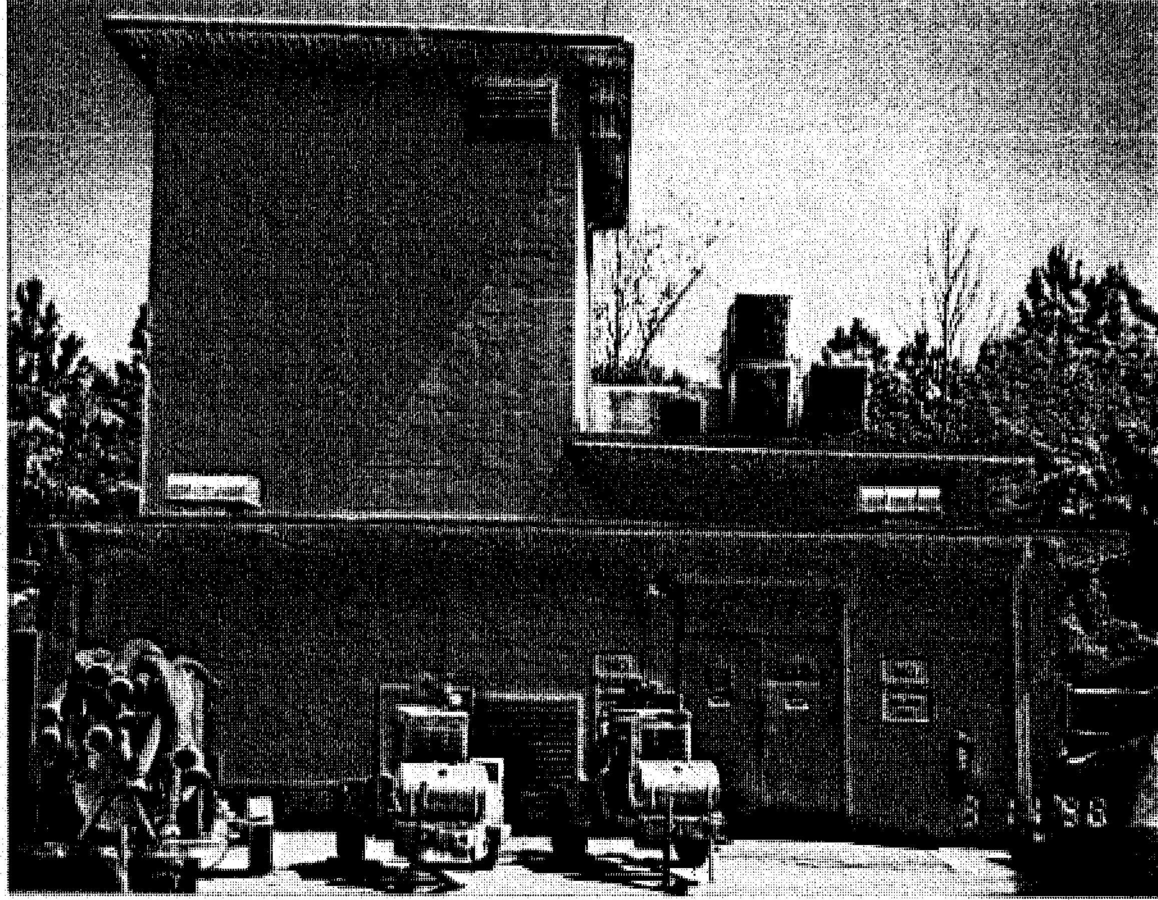
٥-١-٥-١ مراوح شفط الهواء Air Exhausters:

وتكـــون هذه المراوح (الصورة رقم (٥-٧)) قادرة على شفط الهواء من شـــبكة نقـــل المخلفـــات بالكمية المطلوبة ووفقا للضغط المناسب. وتحدد قدرة

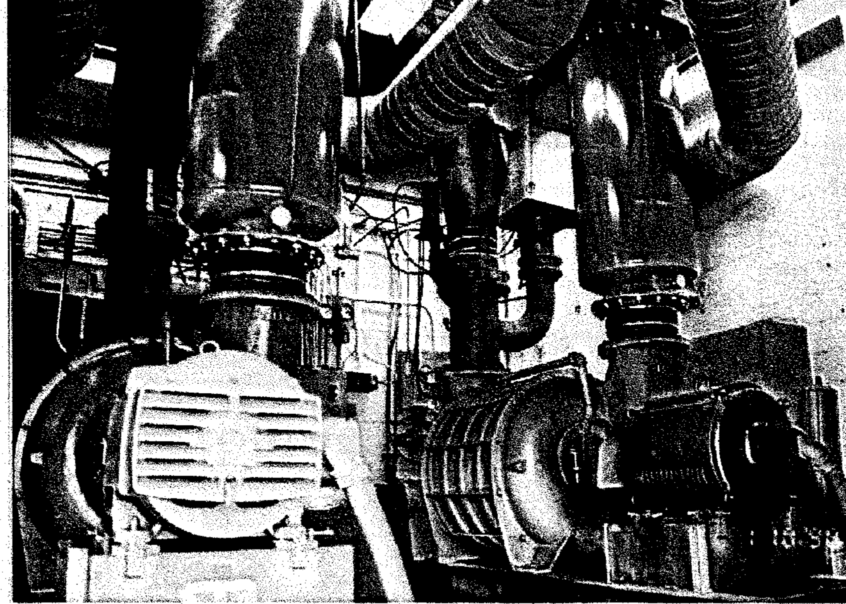
المـــراوح وعددهـــا بـــناء على المسافة وعلى قطر الأنابيب المستخدمة وكمية المخلفـــات كمـــا سبق وأن ذكر في الفصل الثاني. وتوضع المراوح في غرفة معزولة صوتيا منعا للإزعاج الناتج من تشغيلها.

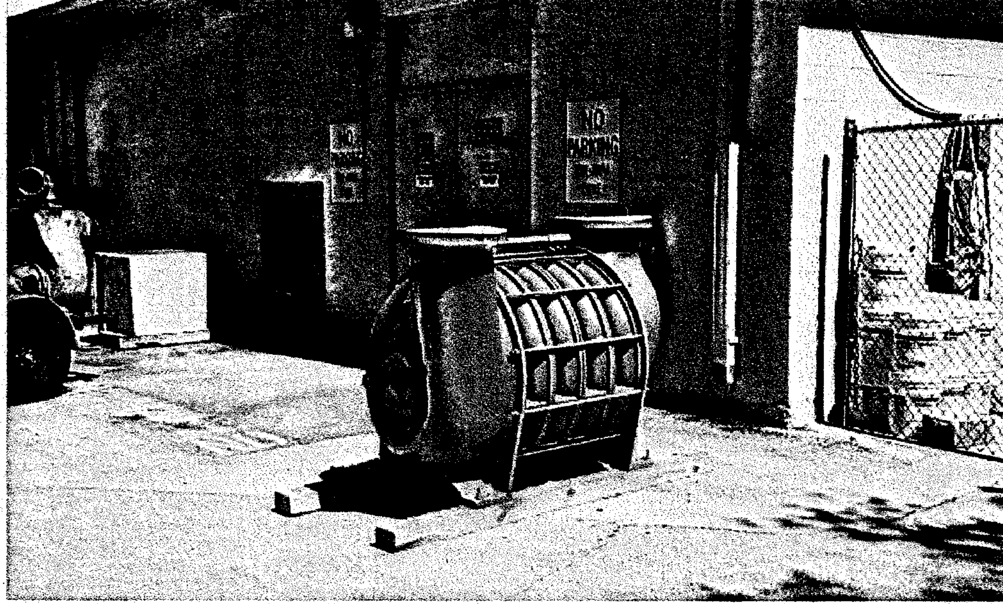


الصورة رقم (٥-٥): أنابيب نقل النفايات معلقة في نفق الخدمات بمدينة عالم ديزني-أورلاندو (١٩٩٨م).



الصورة رقم (٥-٦): محطة التجميع بمدينة عالم ديزني-أورلاندو (١٩٩٨م).





الصورة رقم (٥-٧) : مراوح الشفط، وفي الصورة اليمنى تظهر المروحة متصلة بالمحرك الكهربائي وباقي أجزاء النظام (عالم ديزني- أورلاندو، ١٩٩٨م).

٥-١-٥-٢ المحركات الكهربائية Electrical Motors:

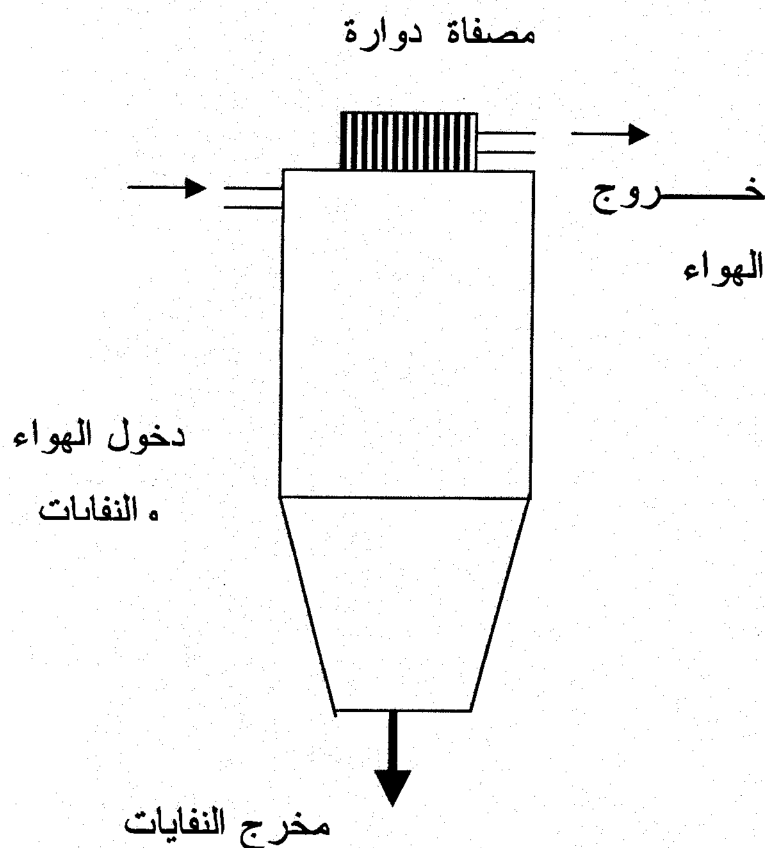
تستخدم هذه المحركات لتشغيل مراوح الشفط وترتبط مع المراوح من خلال محور أفقي.

٥-١-٥-٣ معدات فصل النفايات وتنقية الهواء Garbage Separation and Air Quality Control Equipment :

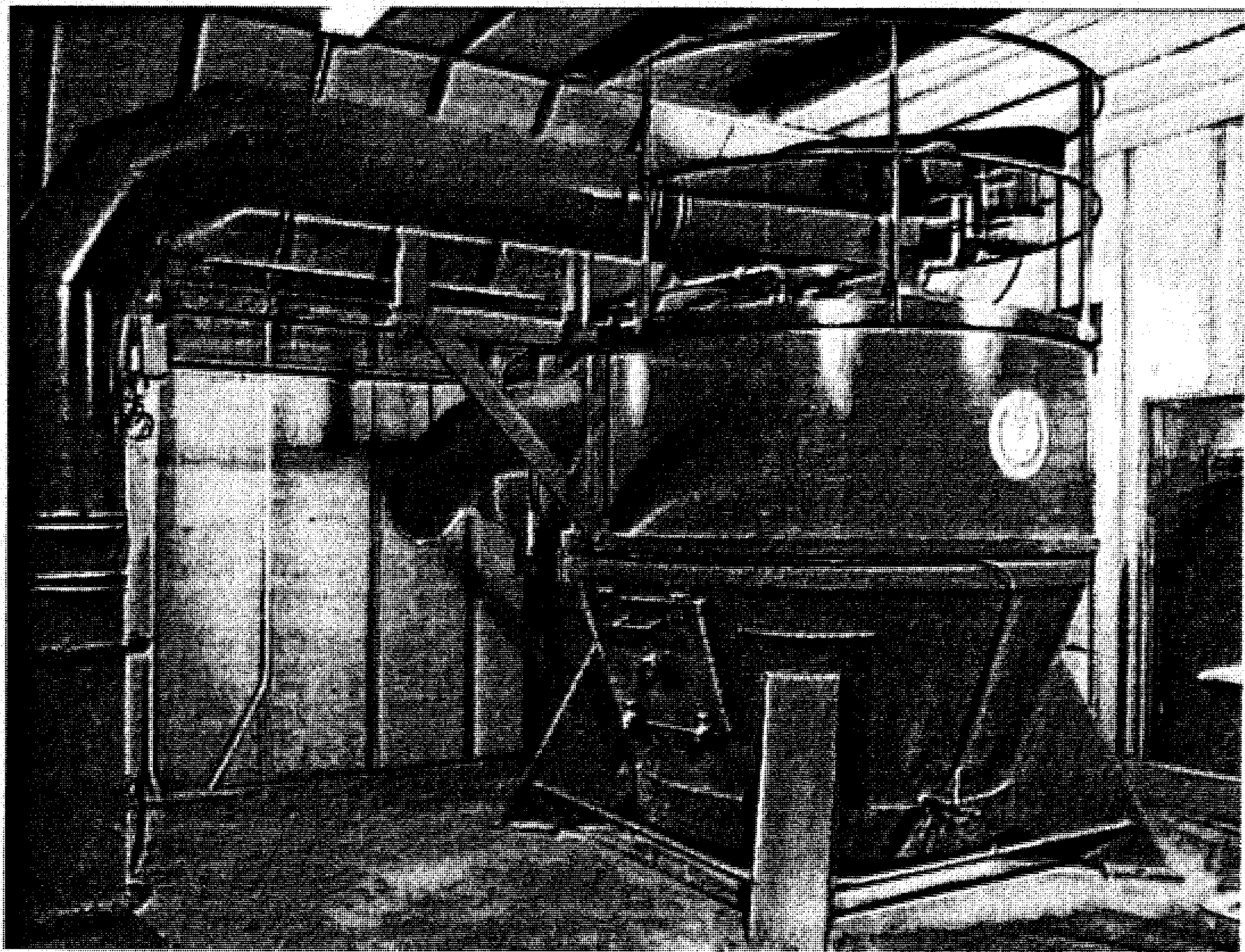
يتم فصل النفايات عن الهواء وتنقية الهواء قبل خروجه إلى البيئة المحيطة على ثلاث مراحل كما يلي:

- في المرحلة الأولية تفصل النفايات عن الهواء عن طريق تمرير الهواء بشكل حلزوني من خلال فارز النفايات Cyclone والذي يتكون من صهريج أسطواني الشكل في جزئه العلوي ومخروطي الشكل في جزئه السفلي كما هو موضح بالشكل (٥-٢) والصورة رقم (٥-٨). وتفصل النفايات عن طريق قوى الجاذبية والطرد المركزي.
- كمرحلة ثانية يتم فصل المخلفات الأصغر حجما والتي لم تفصل في المرحة الأولية عن طريق مرور الهواء من خلال منخل دوار Rotating Screen ذو فتحات صغيرة نسبيا مثبتة في أعلى الفارز كما هو موضح بالشكل (٥-٢) . وتدار هذه المصفاة بواسطة محرك كهربائي.
- أما المرحلة الثالثة والأخيرة من مراحل فصل النفايات وتنقية الهواء من الشوائب فيتم فيها تمرير الهواء خلال مصفاة نسيجية Fabric/bag filter لحجب المواد الدقيقة العالقة في الهواء من الخروج إلى البيئة المحيطة . ويمكن الاستغناء عن المصفاة النسيجية عن طريق تمرير الهواء من خلال

وســـط مائي Wet Scrubber حيث يقوم الماء بامتصاص العوالق من الهواء ويخرج الهواء نظيفا من العوالق ولكن برطوبة مرتفعة نسبيا.



الشكل رقم (٥-٢): معدات فصل النفايات وتنقية الهواء.



الصورة رقم (٥-٨) : فرازة النفايات.

٥-١-٥-٤ مكبس النفايات Refuse Compactor :

تكــبس النفايات المتساقطة من معدات فصل النفايات في حاويات خاصة عن طريق مكبس النفايات وذلك لتقليل حجمها.

٥-١-٥-٥ الحاويات Containers :

تــزود محطة التجميع بعدد من الحاويات ذات الأحجام المناسبة لتجميع الــنفايات بهــا ، ثــم تنقل الحاويات بعد تعبئتها إلى مرمى النفايات عن طريق الشاحنات (أنظر الصورة رقم (٥-٩)).

٥-١-٥-٦ نظام مناولة الحاويات Containers Handling System :

عــند اســتخدام أكثر من حاوية لا بد من وجود نظام ميكانيكي لمناولة الحاويــات حيث تسحب الحاويات الممتلئة بعيدا عن المكبس ليحل محلها أخرى فارغة . وتحمل الحاوية بعد تعبئتها على شاحنة لنقلها إلى مرمى النفايات (أنظر الصورة رقم (٥-١٠))..

٥-١-٥-٧ ضاغط الهواء Air Compressor :

تــزود محطــة التجمــيع بضاغط للهواء لإنتاج الهواء المضغوط الذي يستخدم في فتح وإغلاق صمامات الهواء وصمامات النفايات المنتشرة في شبكة

التجميع. وينقل الهواء المضغوط عن طريق أنابيب صغيرة تمتد بمحاذاة أنابيب نقل المخلفات الصلبة .



الصورة رقم (٥-٩) : حاويات تجميع النفايات.



الصورة رقم (٥-١٠) : نظام مناولة الحاويات.

٥-١-٥-٨ لوحة التحكم المركزية Central Control Panel :

من خلال لوحة تحكم مركزية متصلة بالحاسب الآلي يمكن إدارة وتشغيل كافـــة أجهـــزة النظام الهوائي من صمامات ومحركات وضواغط ونظام مناولة وخلافه. وتتصل لوحة التحكم بالأجهزة المختلفة عن طريق كوابل كهربائية تمتد بمحاذاة أنابيب نقل المخلفات.

٥-١-٥-٩ كاتم الصوت Silencer:

للسيطرة على الإزعاج الناتج عن خروج الهواء بسرعة عالية من مراوح الشـــفط إلـــى البيـــئة الخارجية ، يثبت بعد مراوح الشفط مباشرة أجهزة كاتمة للصوت.

٥-١-٥-١٠ ملطف الهواء:

لـــتفادي انـــبعاث أي روائـــح غير مرغوبة من الهواء الخارج من محطة التجمـــيع إلى البيئة المحيطة يمكن إضافة مواد معطرة للهواء بعد خروجه من معـــدات كتم الصوت وقبل خروجه إلى الهواء الخارجي أو يمكن تمرير الهواء علـــى مواد ماصة للروائح مثل الفحم النشط. إلا أنه وفي كثير من الأحيان لا يحتاج الأمر إلى مثل هذا الإجراء نظرا لسرعة نقل النفايات وعدم بقائها لفترة تسمح بتحللها حيوياً.

٥-٢ طريقة تشغيل النظام الهوائي

من المفترض أن يعمل النظام الهوائي بشكل تلقائي دون الحاجة إلى تدخل بشري إلا في أضيق الحدود. وبناء على كمية المخلفات الموجودة وحجم شبكة النفايات فإن النظام يعمل عدة مرات في اليوم ولمدة زمنية محددة في كل مرة. ويتم تشغيل النظام وفقا للخطوات التالية:

١. تشغل مراوح الشفط لتوليد ضغط ساكن (استاتيكي) في شبكة الأنابيب ، وفي الوقت ذاته يبدأ ضاغط الهواء والمصفاة الدوارة في العمل.

٢. ترسل إشارة من لوحة التحكم إلى صمام الهواء في أحد الأنابيب الفرعية لفتح الصمام ليتولد بذلك تيار هوائي سريع في ذلك الأنبوب.

٣. بعد أن تصل سرعة الهواء في الأنبوب إلى السرعة المطلوبة يتم فتح أحد صمامات النفايات المتصلة بذلك الأنبوب لتفريغ النفايات من المسقط وسحبها عن طريق الجاذبية والتفريغ مع التيار الهوائي. ولا تستغرق عملية تفريغ النفايات من المسقط إلا بضع ثواني.

٤. يقفل صمام النفايات الأول وبعد ثواني قليلة يفتح صمام النفايات التالي له على نفس الأنبوب لتفريغ النفايات من المسقط الثاني. وهكذا دواليك حتى تفرغ النفايات من جميع المساقط المتصلة بذلك الأنبوب.

٥. بعد إتمام عملية تفريغ جميع المساقط المتصلة بالأنبوب الفرعي الأول يقفل صمام الهواء الوقع في بداية ذلك الأنبوب، وبعد بضع ثواني يفتح صمام الهواء الواقع في بداية الأنبوب الفرعي الثاني لتتوالى بعد ذلك عمليات فتح وغلق صمامات النفايات كما حدث في الأنبوب الفرعي الأول.

٦. عند وصول النفايات إلى محطة التجميع يتم فصلها عن الهواء أولا بأول وكبسها في الحاويات ونقلها إلى مرمى النفايات.

٧. يســتمر عمل النظام حتى يتم تفريغ النفايات من جميع المساقط المتصلة بالشــبكة لتنتهــي بذلــك دورة التشغيل الأولى، وبعدها يتوقف النظام عن التشــغيل ليعاد تشغيله في فترة زمنية لاحقة عندما تمتلئ المساقط بالنفايات من جديد.

٨. يمكن تصميم نظام النقل الهوائي للنفايات على أن يعمل ذاتيا وفق برنامج زمني محدد .

٥-٣ معايير التصميم:

عـــند تصـــميم النظام الهوائي لنقل المخلفات الصلبة هناك بعض المعايير التصميمية التي لا بد أن تؤخذ في الاعتبار، ومن تلك المعايير ما يلي:

١. يـــتراوح الحـــد الأقصى لضغط التفريغ (Vacuum Pressure) ، وهو الفـــرق بيـــن الضغط الجوي والضغط المطلق داخل الأنبوب، بين ٢٠-٣٠ كيلو باسكال.

٢. عـــند اختيار قطر الأنبوب يراعى أن تكون سرعة الهواء في الأنبوب بين ١٥-٢٥ م/ث.

٣. تـــتراوح أقطار الأنابيب المستخدمة عادة بين ٣٠٠ ملم و٥٠٠ ملم ، ويعتمد قطر الأنبوب على كمية المخلفات المراد نقلها وعلى أحجام مكونات المخلفات الصلبة.

٤. يـــتراوح سمك جدار الأنبوب بين ٥ ملم و١٥ ملم وفي الأكواع يكون السمك بين ٨ ملم و ١٥ ملم.

٥. تصـــنع الأنابيب عادة من مادة الفولاذ، أما إذا كانت المخلفات تحتوي على مواد محفزة للصدأ فيمكن استخدام الحديد المقاوم للصدأ.

٦. تبطن الأنابيب بمادة مناسبة للحد من التآكل.

٧. فـــي حالـــة دفن الأنابيب تحت الأرض فمن الأفضل معالجة السطح الخارجي للأنابيب بالبولي إيثلين أو طبقة البيتيومن كما هو الحال في أنابيب توزيع المياه وغيرها وذلك لحماية الأنابيب من التآكل.

٥-٤ تقرير عن زيارة فريق البحث لنظام النقل الهوائي للنفايات بمدينة عالم ديزني –اورلاندو –أمريكا.

للاستفادة من تجارب الآخرين وللإطلاع على حالات تطبيقية في مجال استخدام النظام الهوائي لنقل المخلفات الصلبة ، قام فريق البحث في أوائل شهر أكتوبر ١٩٩٨م بزيارة ميدانية للنظام المستخدم في نقل المخلفات من أجزاء مختلفة من مدينة عالم ديزني للألعاب باورلاندو في ولاية فلوريدا بالولايات المتحدة الأمريكية إلى محطة التجميع الرئيسية. وكان الهدف من هذه الزيارة التعرف عن قرب على طريقة عمل النظام وتلمس إيجابياته وسلبياته ، ومناقشة المسئولين عن تشغيله و إدارته والتعرف على أهم المشاكل الفنية التي تواجههم و كيفية التغلب عليها. ويعد النظام المستخدم حاليا في عالم ديزني واحد من أقدم الأنظمة المتكاملة المنفذة عالميا حيث بدأ تنفيذه في النصف الأول من السبعينات الميلادية ولا زال النظام يعمل حتى اليوم بكل كفاءة وفاعلية. ومما يدل على نجاحه أن الشركة قد بدأت حديثا باستبدال أجزاء الأنابيب الفولاذية التي كانت مستخدمة بعد انتهاء عمرها الافتراضي (٢٥ سنة) بأخرى جديدة من نوع الحديد المقاوم للصدأ. ولو لم يكن النظام ناجحا ومجديا اقتصاديا لما أقدمت الشركة على هذه الخطوة المكلفة بدلا من الاستغناء عنه. وبمقابلة المسئولين عن النظام اتضح لنا رضاهم التام عنه إضافة إلى قناعة المسؤولين هناك بانخفاض حاجة النظام إلى الصيانة التي يجري معظمها في الورشة التابعة للنظام، ولا تواجههم عقبات كبيرة في تشغيله وإدارته.

الفصل السادس

التصميم المبدئي للنظام الهوائي

٦ التصميم المبدئي للنظام الهوائي

لنقل المخلفات الصلبة من الحرم المكي الشريف

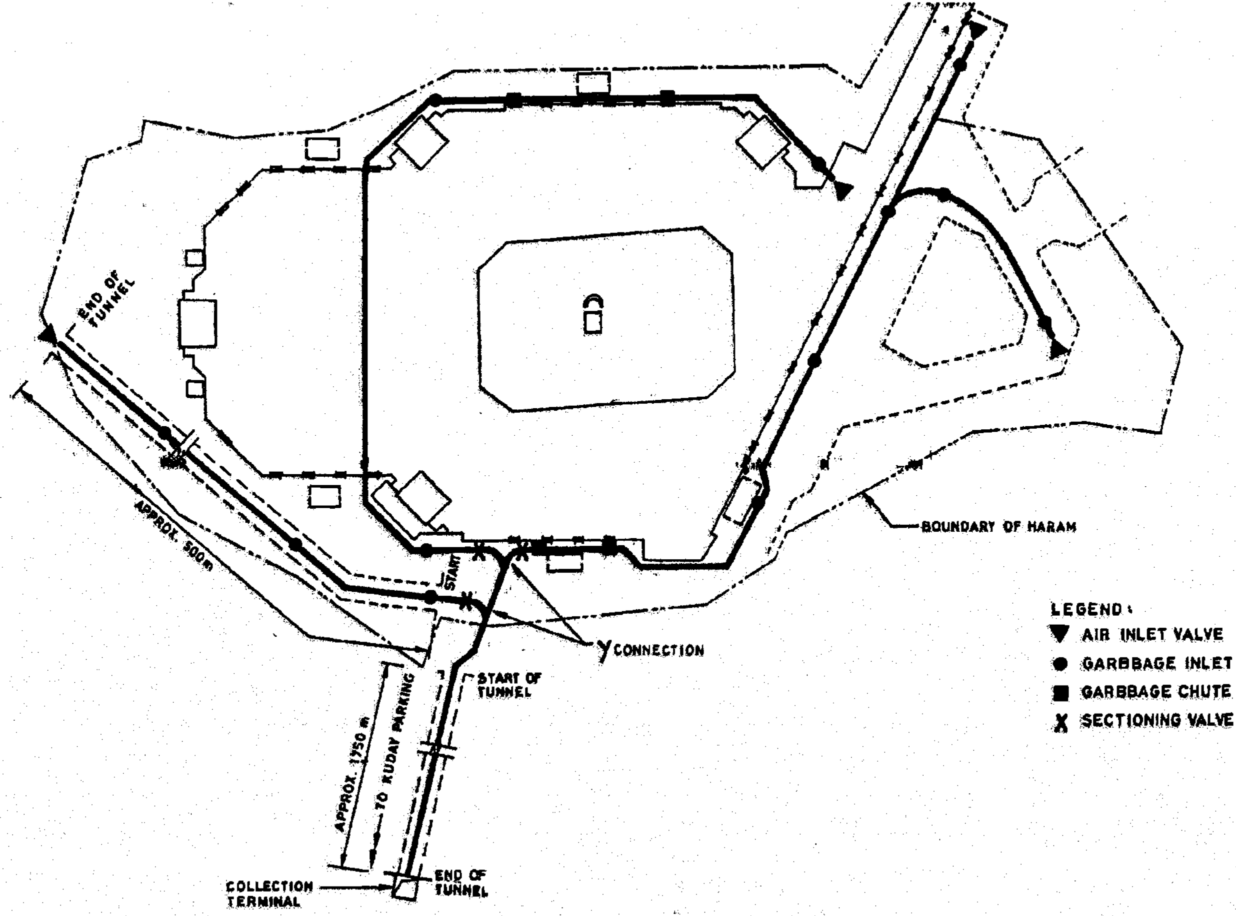
ذكر في الفصل الخامس من هذا التقرير أن النظام الهوائي لنقل المخلفات الصلبة نظام مؤسس ومعمول به في العديد من البلدان المتقدمة حيث يقدم حلا نموذجيا لمشكلة نقل المخلفات الصلبة خاصة في الأماكن المزدحمة . ويمكن لهذا النظام أن يطبق بنجاح للتغلب على مشكلة نقل المخلفات الصلبة المتولدة في ساحات الحرم المكي الشريف إلى خارج منطقة الحرم وتفادي الازدحام المروري في الشوارع المحيطة بالحرم في أوقات الذروة الذي ينتج عنه تجمع النفايات في ساحات الحرم لفترة من الزمن، وتنقل المخلفات في هذا النظام بواسطة الهواء عبر أنابيب تحت الأرض أو فوقها إلى محطة التجميع التي تقع خارج منطقة الحرم. ويمكن الاستفادة من أنفاق الخدمات المحيطة بالحرم لتمديد الأنابيب بها مما سيقلل من تكلفة إنشاء النظام. وتمثل منطقة المواقف العامة بكدي موقعا مناسبا لمحطة التجميع لوقوعها خارج منطقة الازدحام ولقربها من أنفاق الخدمات وسهولة انتقال عربات النفايات منها إلى مرمى النفايات الجديد الواقع في جنوب مدينة مكة المكرمة.

وقد قام فريق البحث بزيارات ميدانية للحرم المكي الشريف وأنفاق الخدمات المحيطة به لدراسة إمكانية تمديد أنابيب النظام الهوائي داخل الأنفاق ولتحديد أفضل المواقع لمساقط النفايات وكذلك وضع تصور مبدئي لمسار أنابيب نقل المخلفات.

وفي هذا الفصل نقدم تصميم مبدئي للنظام الهوائي المقترح لنقل المخلفات الصلبة إلى محطة التجميع بمواقف كدي. ويمكن من واقع البيانات المتوفرة في هذه الدراسة إضافة إلى ما يتم تقديره من معاملات في الجزء المتبقي من هذه الدراسة وضع التصاميم النهائية لشبكة نقل المخلفات إلى منطقة كدي إذا حان وقت التنفيذ لتقديمها إلى الشركات المتخصصة لوضع التفاصيل النهائية ولتقدير التكلفة الحقيقة للمشروع ثم البدء في التنفيذ.

وفي الشكل (٦-١) خريطة لأنفاق الخدمات الموجودة حالياً حول منطقة الحرم المكي الشريف. ويمكن الإستفادة من هذه الأنفاق في وضع شبكة نقل المخلفات الصلبة المتولدة داخل الحرم المكي الشريف والساحات المحيطة به. ويوضح الشكل (٦-٢) مخططا عاما للشبكة الهوائية المقترحة ومواقع مداخل النفايات وصمامات الهواء والموقع المقترح لمحطة التجميع بمواقف السيارات بكدي، و روعي في الشبكة أن تخدم الحرم المكي الشريف بمختلف أدواره إضافة إلى كافة الساحات المحيطة به وتحتوي الشبكة على ثلاثة خطوط فرعية، كل فرع يخدم منطقة محددة، وهي كما يلي:

الشكل رقم (٦-١): مخطط عام لشبكة أنفاق الخدمات حول الحرم المكي الشريف (مجموعة بن لادن السعودية).



الشكل رقم (٦-٢): المخطّط العام لشبكة نقل المخلفات الصلبة حول الحرم المكي الشريف.

٦-١ الساحة الشرقية والجنوبية:

لخدمة الساحات الشرقية والجنوبية تمدد أنابيب النظام الهوائي في قبو الساحات وبمحاذاة أنابيب مياه التبريد ابتداء من النقطة المقابلة لباب الملك عبد العزيز وتكون على مستوى قبو الحرم الشريف وتسير الأنابيب بالقرب من جدار قبو الحرم وتلتف حول الصفا ثم تمتد بموازاة المسعى إلى قرب المروة ويمتد منها خط فرعي بمحاذاة جبل الصفا يصل إلى نهاية الساحة الشرقية، ويتصل بهذا الأنبوب عدد من المساقط بعضها لخدمة الساحات والبعض الآخر يوضع داخل الهوايات الموجودة على يمين ويسار أبواب الحرم لخدمة سطح الحرم والدور الثاني والأول والقبو.

٦-٢ الساحة الغربية:

لخدمة الساحة الغربية المقابلة لتوسعة الملك فهد فقد وجد أن أفضل مكان لتمديد الأنابيب هو نفق السوق الصغير للسيارات حيث نقترح أن تثبت الأنابيب في جانب (أو أعلى) النفق وتتصل بها مساقط النفايات من خلال فتحات تهوية النفق الموجود بالساحة الغربية.

٦-٣ الساحة الشمالية (من منطقة المروة حتى باب العمرة):

لخدمة هذه المنطقة وجد أنه يمكن الاستفادة من نفق الخدمات الموجود تحت الساحة و لا يوجد به الآن سوى تمديدات مياه زمزم المبردة وبعض الكوابل الكهربائية المعلقة على حوامل مثبتة في سقف النفق. ويمكن أن تمدد أنابيب النظام الهوائي في هذا النفق ابتداء من باب الفتح وحتى باب العمرة ويتصل بالأنبوب

عدد من المساقط بعضها لخدمة الساحة والبعض الآخر يوضع داخل الهوايات الموجودة على يمين ويسار أبواب الحرم لخدمة سطح الحرم والدور الثاني والأول والقبو. وبعد باب العمرة يمكن للأنبوب أن يخترق قبو الخدمات الواقع تحت قبو توسعة الملك فهد ويسير بمحاذاة أنابيب مياه التبريد ويخرج من القبو عند باب الملك عبد العزيز ليلتقي مع فرع الأنابيب القادم من الساحة الشرقية.

وتلتقي الفروع الثلاثة للشبكة داخل نفق السوق الصغير متجهة إلى أنفاق باب الملك عبد العزيز لتصل إلى محطة التجميع المقترحة في مواقف كدي.

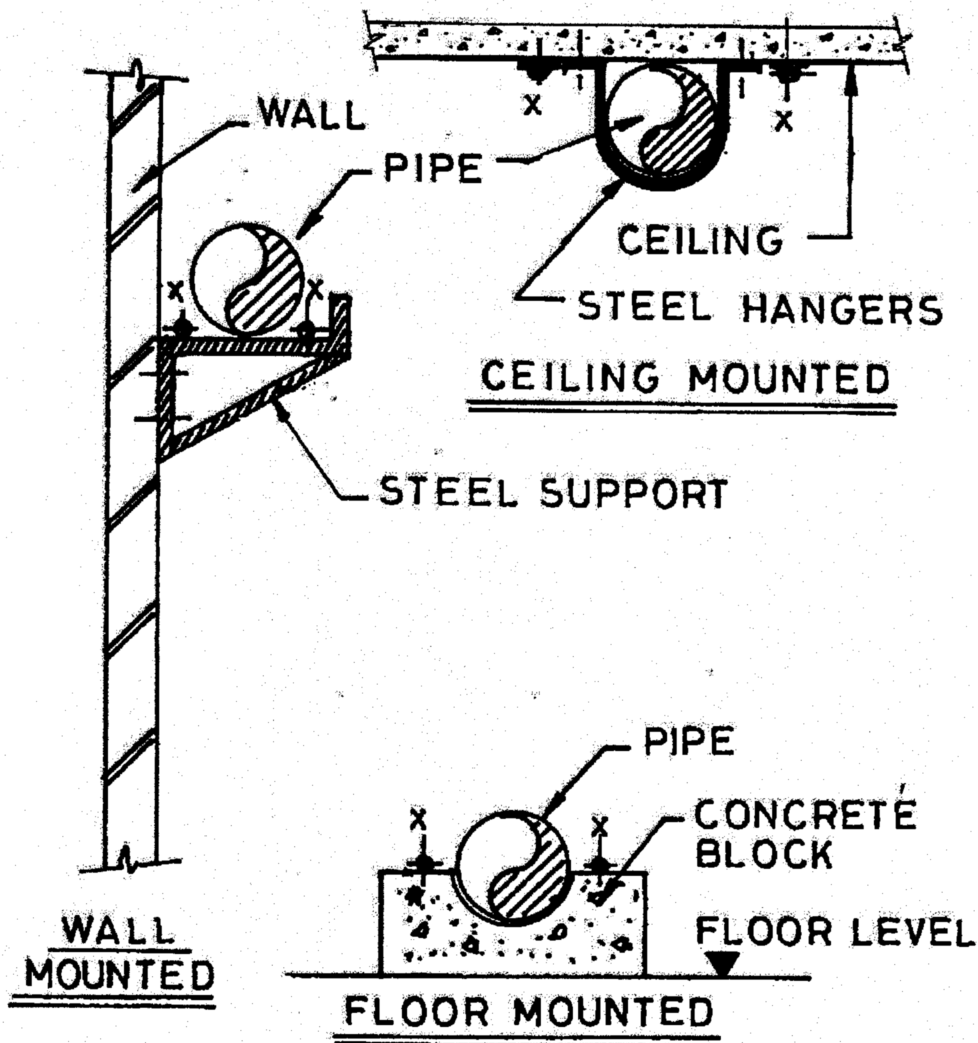
وفيما يلي عرض لمواصفات مكونات الشبكة، ولمزيد من التوضيح يمكن الرجوع إلى المعلومات الواردة في الفصل الخامس من هذا التقرير:

٦-٤ الأنابيب:

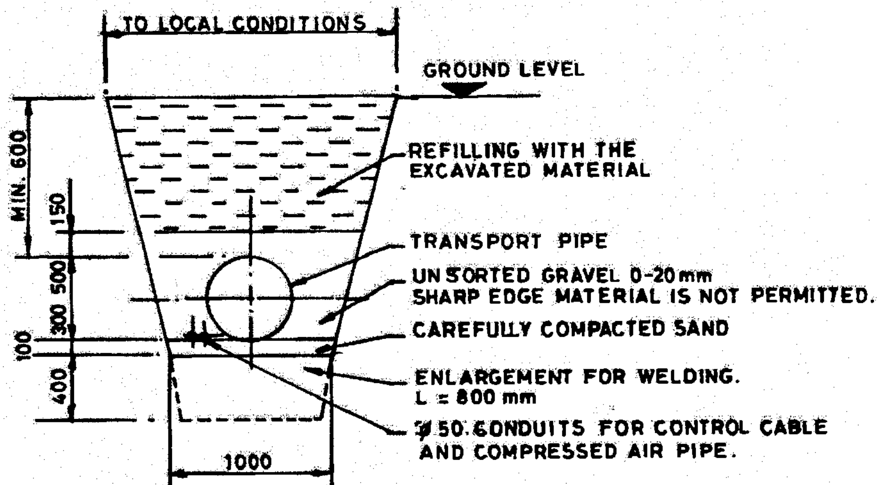
حيث أن كمية المخلفات المنتجة في الحرم المكي الشريف والساحات المحيطة به تصل في وقت الذروة إلى ما يقارب ٢٠٠ طن يوميا ، فلابد من أن تكون جميع الأنابيب المستخدمة في الخطوط الرئيسية والفرعية مصنعة من الحديد الصلب المقاوم للصدأ Stainless Steel وبقطر داخلي مقداره ٥٠٠ ملم وبسمك ٨ملم في الأجزاء المستقيمة و ١٥ملم في الأكواع والتوصيلات الجانبية. و تثبت هذه الأنابيب في أرضية الأنفاق أو تعلق بسقف النفق أو على دعائم في الجدار الجانبي للنفق كما هو موضح في الشكل (٦-٣). ويدفن امتداد الأنابيب خارج الأنفاق في خنادق كما هو الحال في شبكات المياه ومياه الصرف الصحي كما هو مبين في الشكل (٦-٤). وتزود الأنابيب بفتحات جانبية (الشكل (٦-٥)) توضع على مسافات مقدرة وقرب المنعطفات لتمكين فرق الصيانة من الدخول إلى باطن الأنابيب إذا ما دعت الحاجة إلى ذلك.

وأنابيب بهذا القطر لها طاقة استيعابية تمكن النظام من نقل جميع المخلفات المتولدة في منطقة الحرم المكي الشريف أيام الذروة في مدة مجموعها لا يتجاوز

٦ ساعات عمل يوميا فقط يسكن فيما دونها النظام، مما يخفف من تكلفة التشغيل واستهلاك الطاقة و يقلل من الاحتياج للصيانة ويعطي المجال لاستيعاب الزيادة المتوقعة مستقبلا لكمية النفايات دون الحاجة إلى إجراء توسعة للنظام ولكن عن طريق زيادة فترة التشغيل. والقطر ٥٠٠ ملم له القدرة على تمرير كل أحجام المخلفات المتولدة هناك دون انسداد.

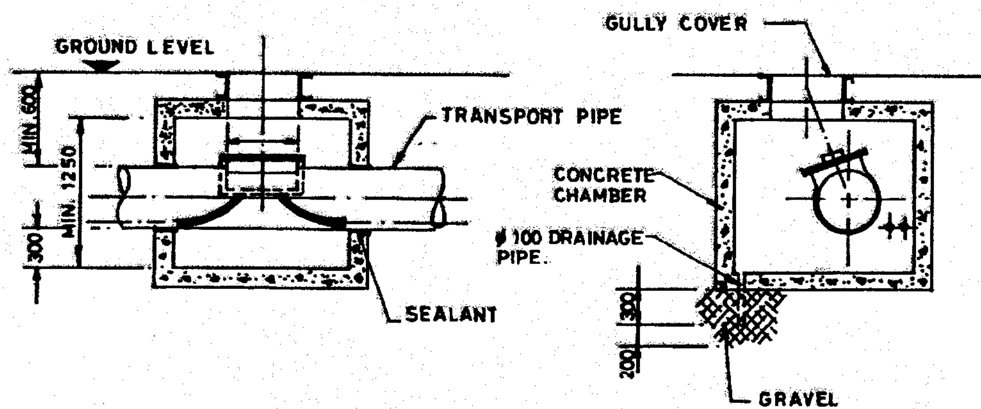


الشكل رقم (٦-٣) : طرق تثبيت أنابيب شبكة نقل المخلفات فوق سطح الأرض.



TRENCH FOR REFUSE PIPE
DIMENSIONS IN mm. – NOT TO SCALE

الشكل رقم (٦-٤): طريقة وضع أنابيب نقل المخلفات الصلبة في خنادق تحت مستوى سطح الأرض.



INSPECTION OPENING IN MANHOLE
FOR UNDERGROUND PIPES
DIMENSIONS IN mm.- NOT TO SCALE.

الشكل رقم (٦-٥): غرف التفتيش والصيانة.

٦-٤-١ الضغط الداخلي وسرعة الهواء في الأنابيب:

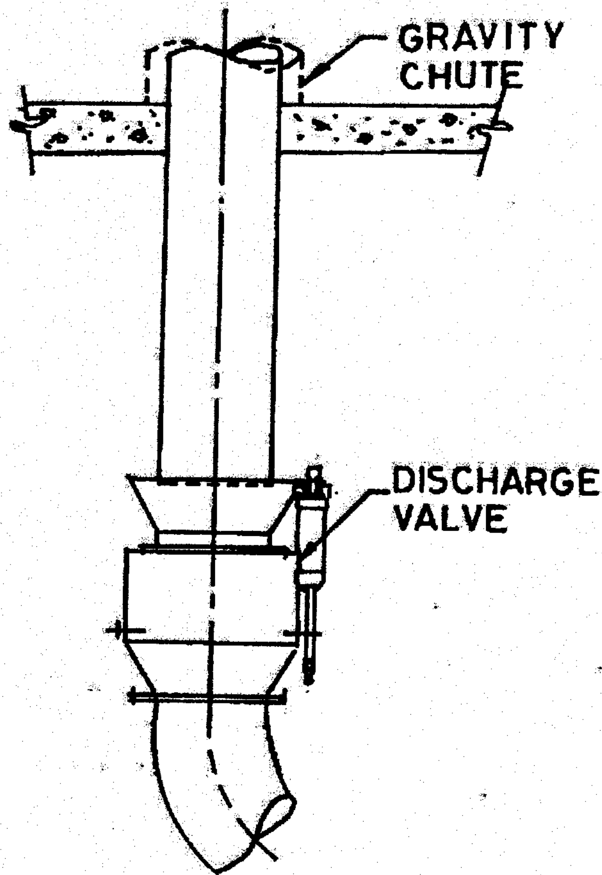
يجب أن تصمم مراوح الشفط لتوليد ضغط سالب داخل الأنابيب يصل إلى ٢٥ كيلو باسكال (أي ضغط مطلق مقداره ٧٦ كيلو باسكال)، كما يقترح أن تكون سرعة الهواء في الأنابيب في حدود ٣٠ م/ث لمنع ترسب النفايات أثناء نقلها [ ]. وتزود الشبكة بنظام آلي لتنظيم سرعة الهواء داخل الأنابيب.

٦-٥ مساقط النفايات :

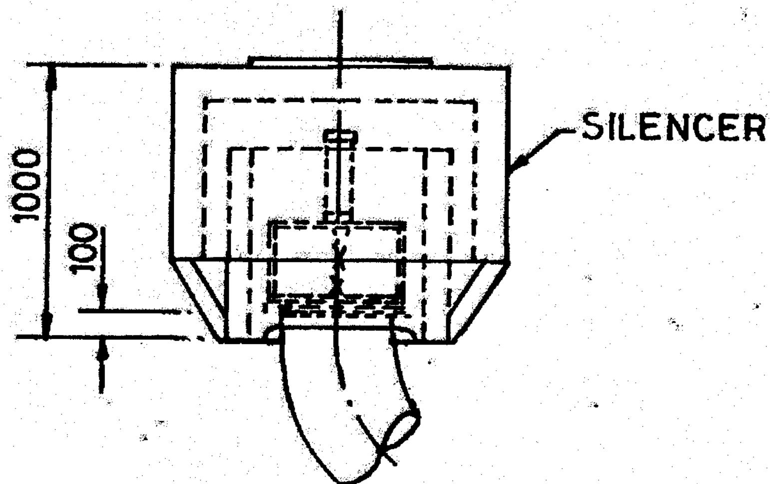
كما هو موضح بالشكل (٦-٢) فإن عدد المساقط المقترح هو (١٦) مسقطا موزعة على ساحات الحرم المكي الشريف والفتحات المتصلة بالأدوار العليا للحرم، ويمكن زيادة عدد المساقط بسهولة إذا ما دعت الحاجة إلى ذلك. وتزود هذه المساقط بصمامات للنفايات من النوع القرصي (Disc-Type) وبقطر يبلغ ٤٥٠ ملم ، انظر الشكل رقم (٦-٦). وترتفع هذه المساقط عن مستوى سطح الأرض بارتفاع مناسب.

٦-٦ صمامات دخول الهواء:

توضع صمامات الهواء في داخل أنفاق الخدمات ويكون قطرها ٤٠٠ ملم وتزود بكاتم للصوت لإمتصاص الضجيج الناتج عن دخول الهواء بسرعة عالية إلى الأنابيب. وفي الشكل (٦-٦) توضيح لهذه الصمامات.



DISCHARGE VALVE (DV)



AIR INLET VALVE (AV)

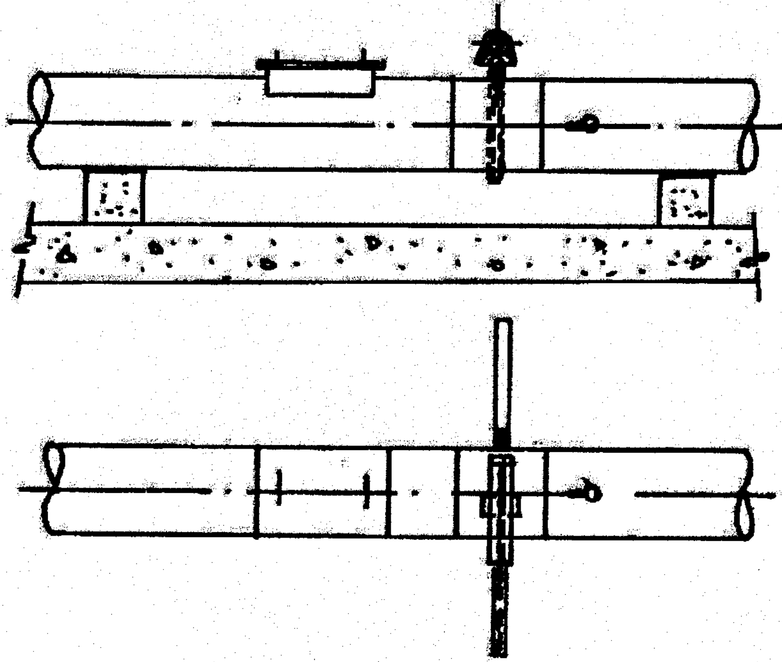
الشكل رقم (٦-٦): مسقط للنفايات وصمام التحكم (أعلى) صمام دخول الهواء (أسفل).

٦-٧ صمامات فصل الخطوط الفرعية Sectioning Valves

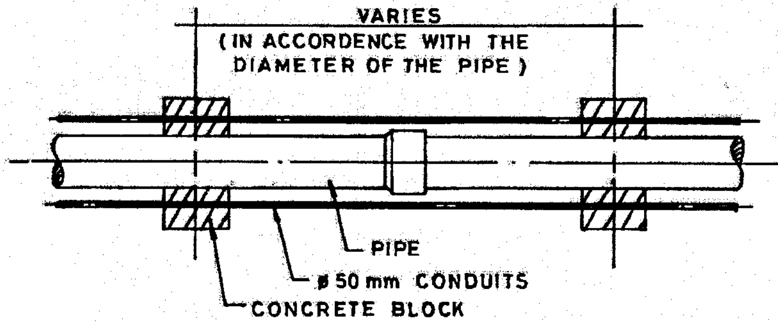
يزود كل خط فرعي عند التقائه بالخط الرئيسي بصمام لفصل الخط الفرعي عن الشبكة لتنفيذ أعمال الصيانة في ذلك الجزء من الخط دون أن يؤثر ذلك على عمل باق الشبكة. وفي الشكل رقم (٦-٧) رسم توضيحي لصمام فصل الخطوط الفرعية.

٦-٨ أنابيب نقل الهواء المضغوط وكوابل الكهرباء:

تمدد بمحاذاة أنابيب نقل النفايات أنابيب بلاستيكية قطرها ٢٥ مم لنقل الهواء المضغوط اللازم لفتح وقفل صمامات النفايات وصمامات دخول الهواء وصمامات فصل الأنابيب الفرعية. كما تمدد بمحاذاتها كوابل الكهرباء اللازمة لأعمال التحكم في الشبكة داخل أنابيب بلاستيكية أيضا أنظر الشكل رقم (٦-٨) .



الشكل رقم (٦-٧): صمامات فصل الخطوط الفرعية.



الشكل رقم (٦-٨): انابيب الهواء نقل الهواء المضغوط وكوابل الكهرباء بمحاذاة أنبوب نق المخلفات.

٦-٩ وحدات فصل المخلفات الصلبة وتنقية الهواء:

تفصل المخلفات الصلبة عن الهواء من خلال تمرير الهواء في وحدة الفرز Cyclone التي لا يقل قطرها عن ٢,٥ م وارتفاعها ٤,٥ م. ويثبت في أعلى هذه الوحدة مصفاة معدنية دوارة قطرها ١ م وتدور بسرعة لا تقل عن ٦٠٠ دورة/دقيقة [Victorin 1995] لتقوم بفصل المخلفات التي تفصل داخل الفرازة. بعد ذلك يمرر الهواء بمصفاة نسيجية لاستخلاص العوالق الدقيقة المتبقية. ويراعى عند تصميم هذه الوحدات أن تكون قادرة على استيعاب كمية الهواء القادم إليها والتي تقدر بحوالي ٥,٨٩ م٣/ث على اعتبار أن:

سرعة الهواء في الأنبوب ٣٠ م/ث

قطر الأنبوب ٥٠٠ مم كما تقدم

وبأقل فاقد ممكن في الضغط.

٦-١٠ مراوح الشفط Air Exhausters:

مراوح الشفط هي القوة المحركة للنظام ويجب اختيارها بعناية لتوليد الضغط المطلوب والسرعة اللازمة في الأنابيب، وفيما يلي تقدير لكمية الطاقة اللازمة لتشغيل مراوح الشفط بناء على ما سبق ذكره في الفصل الخامس من هذا التقرير:

٦-١٠-١ الطاقة اللازمة لنقل الهواء:

إذا ما أهمل فاقد الطاقة في الوصلات والأكواع والصمامات فإن الطاقة اللازمة للتغلب على احتكاك الهواء بجدار الأنبوب يمكن حسابها من المعدلة (٢) الواردة في الفصل الثاني وهي :

$$P_{af} = (1.6 \times 10^3 \times Q^{2.85} L)/(D^5 p_1)$$

حيث أن:

Q = تدفق الهواء في الأنبوب(م^٣^/ث) = ٥,٨٩ م^٣^/ث

D = قطر الأنبوب (ملم)= ٥٠٠ ملم

p_I = الضغط المطلق في أول الأنبوب (باسكال) = ٧٦ باسكال

L = طول الأنبوب (م) = ٢٠٠٠ م تقريبا.

وبذلك تصبح كمية الطاقة اللازمة لنقل الهواء فقط = ٢١١,١١ ك وات.

٦-١٠-٢ الطاقة اللازمة لنقل المادة الصلبة (المخلفات):

باستخدام المعادلة رقم (٢-٣) الواردة في الفصل الثاني فإن الطاقة اللازمة لنقل المادة الصلبة تحسب كما يلي:

$$P_s = M[V^2/2 \ + gH \ \ + \lambda gL]$$

حيث أن :

H= فارق الارتفاع بين نقطة البداية والنهاية ويقدر بحوالي ١٠ م.

V = سرعة المواد الصلبة داخل الأنبوب = ٣٠ م/ث

g = تسارع الجاذبية الأرضية

L = فارق المسافة بين مدخل الهواء ونقطة خروج الهواء = ١٠ م.

λ = معامل الإحتكاك بين المواد الصلبة وجدار الأنبوب = ظل زاوية الإنزلاق [ ] = ٠,٣٦

M= تمثل معدل نقل المخلفات (كجم/ثانية) ، ويمكن حسابها على افتراض أن نسبة حجم الهواء إلى حجم المخلفات (Qa/Qs) في النظام الهوائي المخفف تكون في حدود (١:١٠٠) ، وبذلك تكون قيمة M كما يلي:

$$M = \rho_s\, Qs = \rho_s\, (Qa/100) = 200\ (kg/m3) \times 5.89\ (m3/s)\ /100 = 11.78\ kg/s.$$

حيث ρ تمثل كثافة المخلفات الصلبة كما سبق وأن حسبت في الفصل الرابع.
وبالتعويض في المعادلة تصبح كمية الطاقة اللازمة لنقل النفايات = ٩٠ ك. وات

٦-١٠-٣ الطاقة المفقودة في وحدات فصل النفايات عن الهواء :

كمية الطاقة المفقودة نتيجة لمرور الهواء والمخلفات في وحدات فصل الهواء عن النفايات تعتمد اعتمادا كبيرا على تصميم هذه الوحدات والمواد المستخدمة في صناعتها، وتحسب عادة معمليا من قبل الجهات المصنعة لهذه الوحدات ، ولكن يمكن في هذه المرحلة من التصميم اعتبارها في حدود٢٠% من الطاقة اللازمة لنقل الهواء والمخلفات الصلبة ، وبالتالي فإن

إجمالي الطاقة اللازمة لتشغيل المراوح
= ١,٢ [٢١١,١١] = ٣١,٦٥ ك. وات.

مع ملاحظة أن الطاقة الفعلية اللازمة لتشغيل المراوح ستزيد عن القيمة المحسوبة أعلاه عند الأخذ في الحسبان كفاءة المولدات (η_m) وكفاءة مراوح الشفط (η_a) في نقل الطاقة حيث تحسب الطاقة الفعلية من المعادلة:

$$P_{actual} = P / \eta_m \eta_a$$

وتركب مراوح الشفط بنظام التوالي لإنتاج الطاقة المطلوبة ، ويراعي وجود مروحة واحدة على الأقل إضافية يتم تشغيلها عند خروج إحدى المراوح عن الخدمة لدواعي الصيانة. وتوضع مراوح الشفط في غرفة معزولة صوتيا بداخل محطة التجميع وتزود بكاتم للصوت للحد من الإزعاج الناجم عن خروج الهواء إلى البيئة المحيطة .

٦-١١ محطة التجميع :

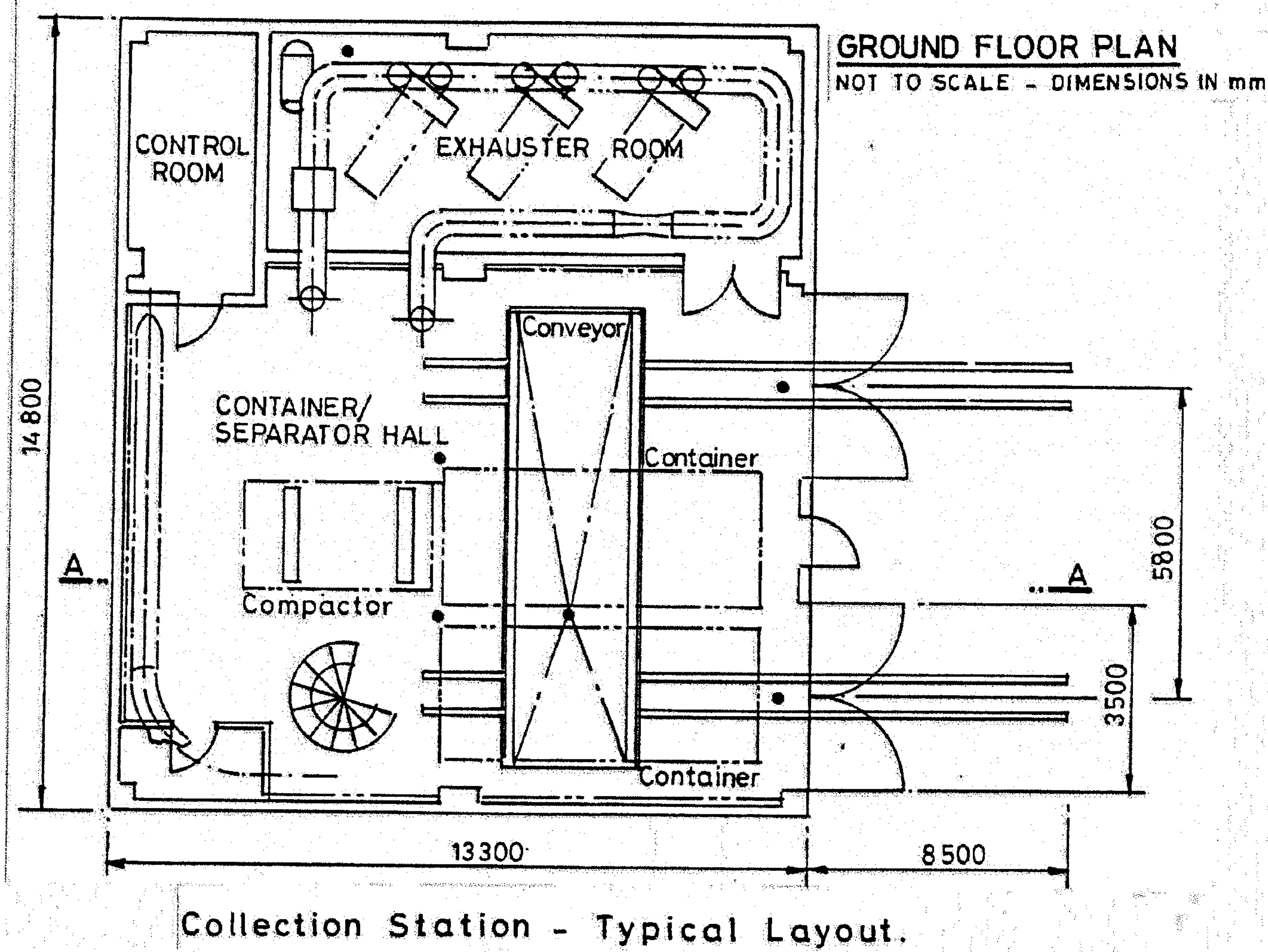
تحتوي محطة التجميع على العديد من الآلات والأجهزة اللازمة لتشغيل ومراقبة النظام. وهي عادة عبارة عن مبنى صغير من طابقين ويحتوي المبنى على الأجهزة والمعدات التالية :

- مراوح شفط الهواء ،
- محركات المراوح ،
- معدات فصل النفايات وتنقية الهواء ،
- الحاويات ،
- نظام مناولة الحاويات ،
- كابس النفايات ،
- ضاغط الهواء ،
- لوحة التحكم ،
- ملطف الهواء ،
- كاتم الصوت .

ويوضح الشكل (٦-٩) مقطعاً أفقياً لمحطة التجميع. وفي الشكل رقم (٦-١٠) مقطعاً أفقياً آخراً للدور الثاني. والشكل رقم (٦-١١) مقطعاً رأسياً لكامل المحطة المقترحة.

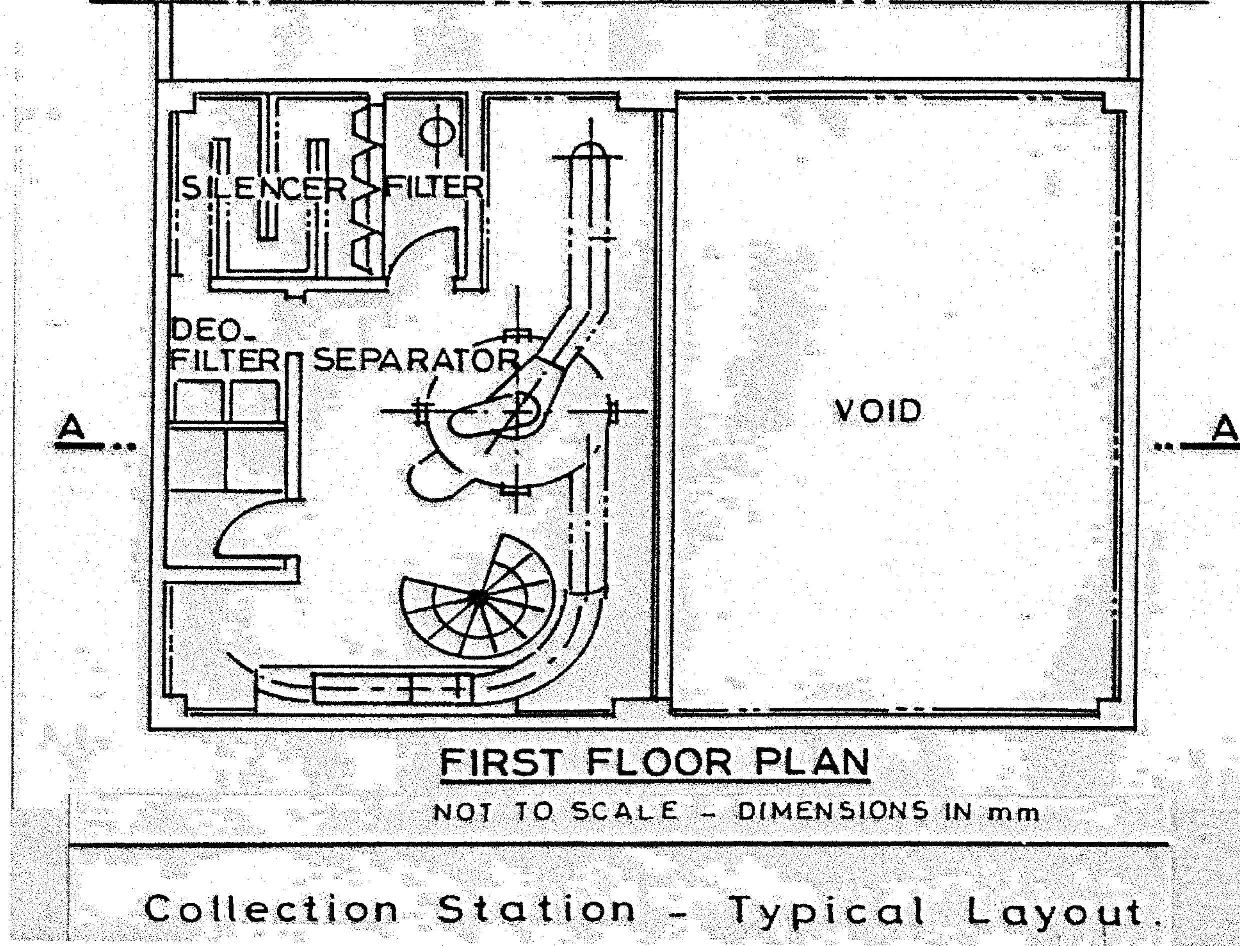
وفي الأشكال السابقة تظهر مواقع مختلف الأجهزة والآليات المكونة لمحطة التجميع في منطقة كدي. وفي الشكل (٦-١٢) رسم مقطعي لجدار المحطة المزود بعوازل الصوت للتخفيف من حدة الضجيج الصادر من المرواح والآليات الأخرى داخل المحطة.

الشكل رقم (٦-٩) : مقطع أفقي للدور الأرضي لمحطة التجميع.

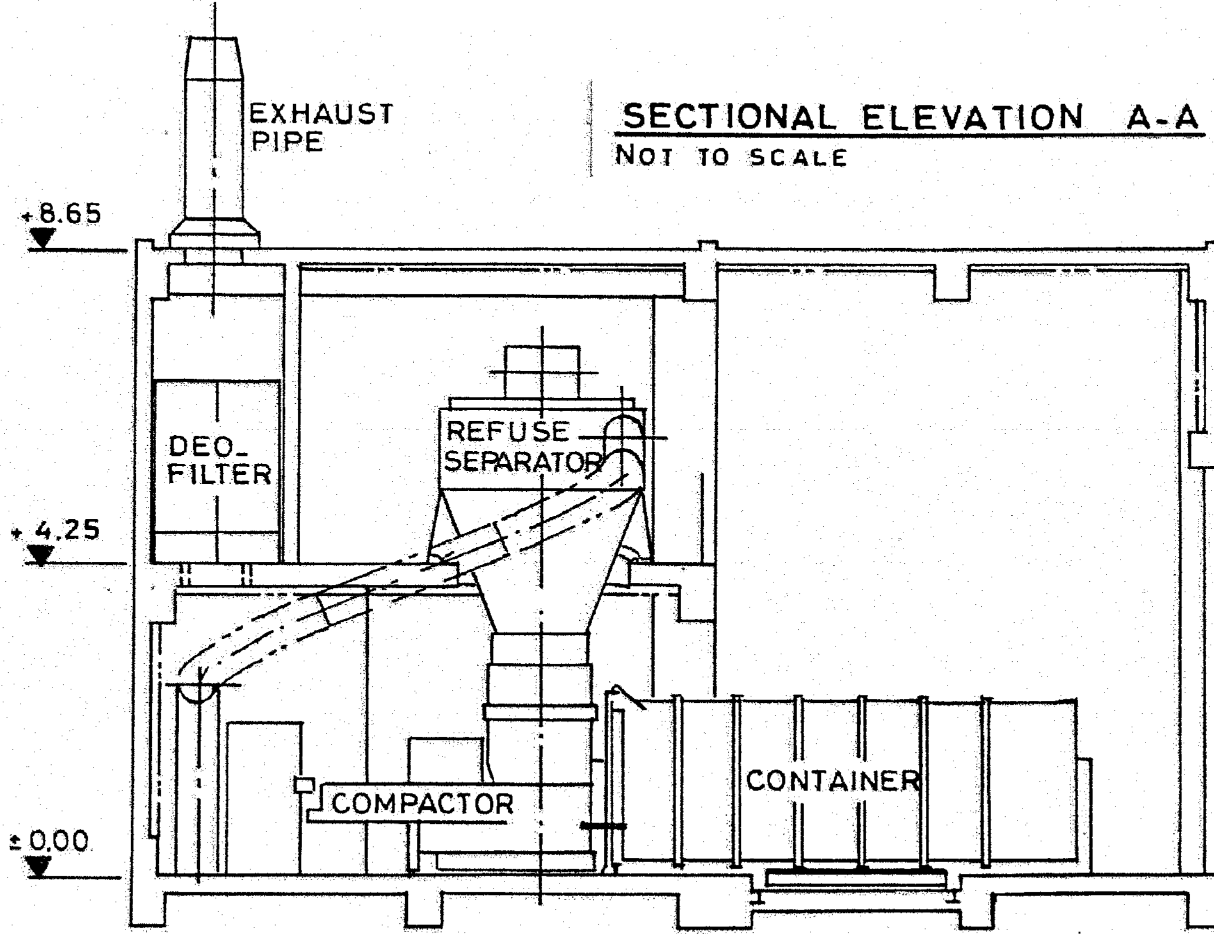


Collection Station - Typical Layout.

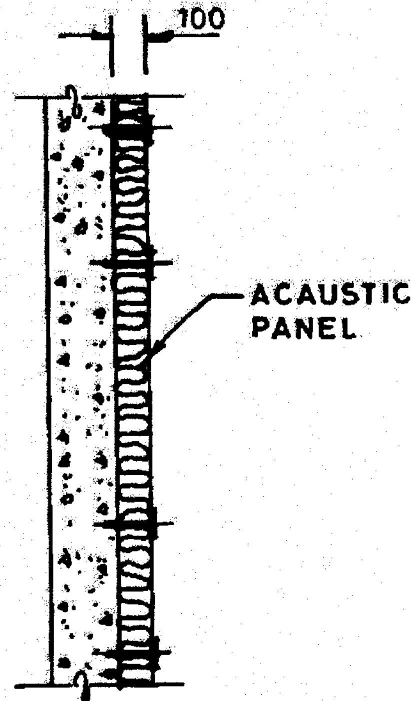
الشكل رقم (٦-١٠) : مقطع أفقي للدور الأول لمحطة التجميع.

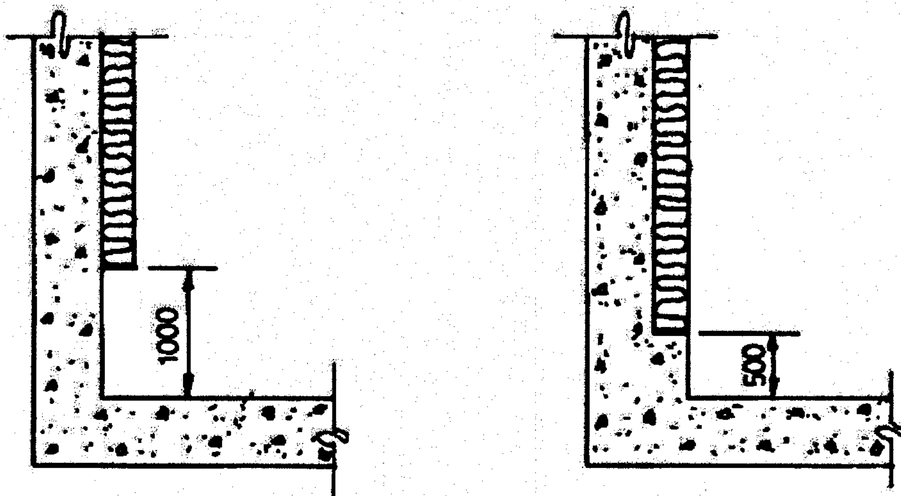


الشكل رقم (٦-١١) : مقطع راسي لمحطة التجميع.



Collection Station - General Arrangement.





TYPICAL WALL / FLOOR SECTIONS

Dimensions in mm. Not to scale.

الشكل رقم (٦-١٢): مقاطع لجدار وأرضية محطة التجميع وبها عازل الصوت.

٦-١٢ الأنموذج التجريبي:

سوف يتم بناء أنموذج تجريبي، بعد استلام الدفعة الأخيرة من قيمة الدراسة، لقياس المعاملات الضرورية لبناء نظام النقل الهوائي كعامل الإحتكاك بين المواد المنقولة وجدار الأنبوب ونسبة حجم الهواء إلى المخلفات وسرعة الهواء داخل الأنبوب وفاقد الطاقة... ألخ. وهذه البيانات إن تمت الموافقة على تنفيذ المشروع ستكون متوفرة وجاهزة لإستخدامها في التصميم النهائي ووضع التفاصيل. والأنموذج التجريبي عبارة عن نظام مصغر للوضع الحقيقي يمكن تشغيله وقياس كل المعاملات الفيزيائية ثم تعديل قيمها باستخدام النماذج الرياضية للتتناسب والحجم الحقيقي.

الفصل السابع

النظام الإداري

٧ الحلول الإدارية

تتضاعف كمية المخلفات الصلبة المتولدة بالحرم المكي الشريف والحرم النبوي الشريف والساحات المحيطة بهما في أيام المواسم خاصة في شهر رمضان المبارك. وتبلغ كميات المخلفات الصلبة ذروتها ليلة السابع والعشرين من شهر رمضان المبارك نتيجة الأعداد الهائلة من الزوار والمعتمرين ونتيجة لطبيعة هذا الشهر المبارك حيث تكثر الصدقات من الأطعمة التي توزع عشوائياً في ساحات الحرم المكي الشريف قرب صلاة المغرب عند الإفطار. وفي المدينة المنورة تبدو عملية توزيع الصدقات أكثر تنظيماً منها في الحرم المكي الشريف لكن الواقع أن التنظيم لا يشمل سوى توزيع الأماكن على فاعلي الخير. وفي المدينة المنورة تمتد الموائد على كامل الساحات ما عدا أجزاء بسيطة يمنع مد السفر عليها حفاظاً على نظافة الأرضيات الرخامية. والموائد الرمضانية في ساحات الحرم النبوي الشريف تشمل أطعمة دهنية ولحوم وأرز ألخ خلافاً لما عليه الحال في الحرم المكي الشريف حيث تقل كمية الأطعمة الدهنية واللحوم والأرز وتكثر التمور والألبان.

ومعظم مخلفات الحرمين الشريفين والساحات المحيطة بهما في شهر رمضان المبارك هي من فضلات الطعام (٣٥% تقريباً). والمخلفات البلاستيكية في مخلفات الحرمين في شهر رمضان خليط من كاسات الماء والصحون ومواد التغليف البلاستسكية ولكن الكاسات البلاستيكية هي العنصر السائد. كما أن نوى التمر يشكل ما نسبته ٣% من نسبة المخلفات المتولدة في شهر رمضان المبارك وبلغت نسبة نوى التمر في بعض العينات إلى ١٠%. ورغم قلة نسبة النوى في

المخلفات إلا أن له سلبيات أخرى تزعج القائمين على نظافة الحرمين. فنوى التمر يتسبب في انسداد المجاري ويلتصق بأرضية الحرم مما يتطلب كشطة وفي ذلك عبء على المسؤولين إضافة إلى أن دعس المارين عليه يتسبب لهم في آلام مبرحة. أما في بقية أيام السنة فإن مخلفات الحرمين مخلفات بلاستيكية في الدرجة الأولى مصدرها كاسات مياه الشرب التي توفرها مجموعة بن لادن السعودية – الشركة المتعاقدة على نظافة الحرمين الشريفين–.

إن من الصعب التحكم في كميات المخلفات المتولدة في منطقة الحرمين الشريفين نظراً لطبيعة المكان والتباين الشديد في ثقافة وخلفية الزوار. إلا أن هناك من الحلول الإدارية ما قد يساعد على الحد من توليد هذه المخلفات. وفيما يلي استعراض لما يمكن تطبيقه للحد من إنتاج المخلفات.

٧-١ نوى التمر:

لعل منع دخول التمور قبل نزع النوى منها وسيلة إلى الحد من كميات المخلفات الصلبة إضافة إلى تجنب السلبيات الأخرى لوجود النوى بالمخلفات الصلبة. كما أنه ليس عملياً فحص كل التمور الداخلة إلى الحرمين الشريفين لكن السماح بدخول عبوات معينة ومعروف أنها خالية من النوى أمر ممكن إذا ما تم عن طريق التفاهم مع مصانع التمور المحلية على إنتاج عبوات منزوعة النوى بكميات كافية واعتماد علامة واضحة على العبوات تميز هذه التمور عن غيرها التي لم ينزع النوى منها. وبذلك تصبح مراقبة التمور والحد من وجود النوى بمخلفات الحرمين الشريفين أمراً ممكناً.

٧-٢ كاسات مياه الشرب:

يبلغ عدد الكاسات المستعملة لسقيا الزوار الملايين يومياً في أيام الذروة كليلة السابع والعشرين من شهر رمضان المبارك. وفي السابق كانت الشركة المتعاقدة على نظافة الحرمين الشريفين تسوق هذه الكاسات لتدويرها. أما الآن وبالرغم من نقاء وتجانس هذه المخلفات لا يوجد سوق لها أو أن الشركة لم تبذل جهدا كافياً في إيجاد السوق.

إن من أكثر العمليات كلفة وسبباً لإعاقة تدوير المخلفات البلاستيكية هو فرز مختلف أنواع البلاستيك في المخلفات الصلبة. وكاسات شرب المياه في الحرمين نوع واحد من البلاستيك من السهل تدويره وإعادة تصنيعه فمن المنطق أن يكون على هذه المخلفات طلب، وإن تعذر يمكن أن يدرج في مناقصة توفير كاسات البلاستيك بند يلزم المصنع المنتج أو المورد باسترجاع المخلفات البلاستيكية بعد استعمالها. وتأتي أهمية فرز المخلفات البلاستيكية عن باقي المخلفات من التالي:

١. يمكن تخزين الكاسات لفترة طويلة دون حدوث تفاعلات حيوية تؤدي إلى انبعاث الروائح. مما يساعد على نقلها في أوقات الهدوء كالصباح الباكر في أيام رمضان أو أواخر الليل في باقي الأيام.
٢. يمكن طحن وتمزيق أو كبس وحزم هذا النوع من المخلفات دون التأثير على طبيعتها أو قيمتها المادية. كما أن كبس وحزم البلاستيك ينقص حجمه إلى حد كبير.
٣. بقاء هذا الجزء من المخلفات نقياً ومتجانساً يسهل عملية تدويره ويزيد في قيمته المادية.

٤. يساعد فصل البلاستيك عن باقي المخلفات إلى إنقاص كمية المخلفات الصلبة إلى حد كبير وبالتالي يسهل عملية إدارتها ويقلل من تكلفة جمعها ونقلها.

ولابد من أخذ الحيطة عند تصميم أو اختيار أماكن لتخزين المخلفات البلاستيكية إلى حين نقلها من أخطار الحريق. فاشتعال المواد البلاستيكية سريع وخطر إضافة إلى ما ينتج من غازات سامة عن عملية اشتعال هذه المواد.

٧-٣ نوعية الأطعمة وتنظيم الصدقات في شهر رمضان المبارك:

لابد من من تنظيم نوعية الطعام المسموح دخوله الحرمين الشريفن والساحات المحيطة بهما بحيث يتم اختيار نوعيات الطعام على أسس تساعد على الحد من كمية المخلفات وحماية أرضيات الحرمين الشريفين والساحات المحيطة بهما من الإتساخ. وفيما يلي بعض التوصيات التي يمكن تبنيها بمساعدة الجهات المختصة كالرئاسة العامة لشؤون الحرمين الشريفين والأمن العام والمرور.

١. اختيار والسماح بتوزيع الأطعمة على أساس كمية ونوعية المخلفات الناتجةعن كل وجبة.
٢. منع توزيع الأطعمة الدهنية منعاً باتاً
٣. تشجيع فاعلي الخير والمتصدقين على الإلتزام بقائمة الأطعمة المحددة عن طريق التوعية الإعلامية في الصحف والمجلات والمذياع والتلفاز المحلية وعن طريق التوعية الدينية في المساجد عبر خطب الجمعة خاصة أيام الجمع السابقة للأول من شهر رمضان.
٤. تعيين وتهيئة مساجد في أحياء متفرقة تقدم فيها وفي ساحاتها مختلف الأطعمة. ويراعى هنا أن يكون المسجد كبير وله ساحات مثل مسجد الأمير أحمد بالرصيفة ومسجد الشيخ عبد العزيز بن باز في حي العزيزية

وأن يكون في موقع سهل الوصول إليه ووضع علامات تشير إلى تقديم وجبات الإفطار في الموقع.

٥. التعميم على المطابخ بمنطقة مكة المكرمة والمدينة المنورة والأماكن القريبة المتوقع أن تأتي منها أطعمة الصدقات بمنع توزيع الأطعمة الدهنية قرب منطقة الحرم وتوزيع قائمة بالمساجد المخصصة لتوزيع صدقات الإفطار. كما أن لوضع لوحات إعلانية على المطابخ بنوعية الأطعمة المسموح توزيعها في مناطق الحرمين الشريفين والبدائل المتاحة من أماكن لتوزيع مختلف الأطعمة أثر في تخفيف كمية الطعام الموزع قريباً من الحرمين الشريفين.

٦. تشجيع فاعلي الخير والمتصدقين على التوجه بصدقاتهم إلى المساجد المخصصة لتقديم صدقات الإفطار.

٧. ويمكن أن تتولى جمعية خيرية عملية تنظيم والإشراف على توزيع صدقات إفطار رمضان المبارك. كما أن للمرور دور هام في مراقبة العربات التي تقف لتوزيع أطعمة الإفطار ومخالفة كل من يتجاوز نظام الصدقات من حيث نوعية الطعام ومكان توزيعه. ولأمن الحرمين دور هام ومميز في مراقبة ما يحضره الأفراد وما يقدم داخل وبساحات الحرمين.

٧-٤ توفير أماكن لتناول وجبة الإفطار قرب الحرم:

هناك الكثير ممن لا يثنيهم شئ عن تناول وجبة الإفطار قريباً من بيت الله أو مسجد رسوله صلى الله عليه وسلم. لهؤلآء لابد من توفير مكان مناسب قريباً من الحرم لتناول طعام الإفطار فيمكن على سبيل المثال تشجيع رؤوس المال على الإستثمار في خدمات المطاعم قرب الحرمين أو إلزام جميع الفنادق القريبة من

الحرم بصرف النظر عن حجمها وعدد الغرف بها على توفير أماكن لنسبة معينة من النزلاء تقدم فيها وجبات الإفطار المعدة بالفندق أو بمطاعم قريبة من الفندق.

بلغت نسبة الجلود والمطاط في مخلفات الحرم المكي الشريف (١٠%) تقريباً ضعف النسبة الموجود في مخلفات الحرم النبوي الشريف (٥,٣) تقريباً. ويرجع هذا إلى سببين:

توفر أماكن أكثر لوضع الأحذية عند مداخل الحرم النبوي عنه في الحرم المكي الشريف.

خروج كثير من المصلين في الحرم النبوي الشريف من نفس باب الدخول بينما تخرج النسبة الأكبر من العمتمرين من باب مغاير (باب المروة) لباب الدخول.

ولتخفيف حدة هذه الظاهرة فلعله من المستحسن زيادة أماكن وضع الأحذية عند أبواب الحرم المكي الشريف.

الفصل الثامن

الخاتمة والتوصيات

٨ الخاتمة والتوصيات

٨-١ الخاتمة:

إن ظروف منطقة الحرمين الشريفين تختلف تماماً عن باقي الأماكن في مسألة توليد وإدارة المخلفات الصلبة. فالتباين الشديد في كميات المخلفات الناتجة عن أنشطة الزوار والحجاج والمعتمرين التي تتراوح في منطقة الحرم المكي الشريف ما بين عشرون إلى مئتي طن يومياً يجعل من تصميم نظام بكفاءة عالية وتكلفة موزونة أمراً عسيراً. فتصميم نظام قادر على التعامل مع كميات المخلفات الناتجة في أيام الذروة كليلة السابع والعشرين من شهر رمضان المبارك يكون نظاماً مبالغاً فيه ويبقى جزء كبير منه لا يعمل معظم أيام السنة. كما أن فترة ما بين المغرب والعشاء في ليالي رمضان المبارك يكون معدل إنتاج المخلفات عال جداً وفي فترة زمنية قصيرة جداً بحيث يصعب معها جمع ونقل ما نتج من مخلفات. ويأتي إضافة إلى ما سبق من عقبات ضيق المكان والازدحام الشديد حول منطقة الحرمين خاصة أوقات الذروة مما يجعل نقل المخلفات إلى خارج المنطقة بالطرق التقليدية دون تأخير وإبقاء المخلفات في أماكن التجميع أمراً محالاً. وبقاء المخلفات وما ينتج عنها من مناظر وروائح وتسربات مسالة أمر لا يليق بقدسية المكان.

ومن خلال هذه الدراسة تبين أن واحداً من أهم أسباب ارتفاع كميات المخلفات المتولدة في ليالي رمضان هو التوزيع العشوائي الغير منظم لأطعمة

الإفطار قرب الساحات المحيطة بالحرمين الشريفين. لذلك فإنه لابد من إعادة النظر في طريقة توزيع الأطعمة قرب الساحات. بل ولابد من تصميم نظام متكامل لإدارة عملية توزيع أطعمة الصدقات بما يكفل التقليل من كميات المخلفات المنتجة ويسهل عملية الجمع والنقل. ولا يتأتى هذا إلا بالتفاهم والتنسيق مع رئاسة شؤون الحرمين الشريفين وتكوين لجنة من الأطراف المعنية (رئاسة شؤون الحرمين، أمانة العاصمة المقدسة، إدارة نظافة الحرمين الشريفين ومختصون في سلوكيات الناس).

ومن المتوقع زيادة أعداد المعتمرين إلى قرابة عشرة مليون معتمر سنوياً حسب تقديرات وزارة الحج مما يتسبب في زيادة مجمل كميات المخلفات المتولدة في المنطقتين. إلا أن توزيع المعتمرين على مدار العام سيخفف من حدة التباين الموسمي في كميات المخلفات الناتجة في منطقة الحرمين الشريفين.

ومن بين نظم نقل المخلفات وجد أن النظام الهوائي هو الأنسب لظروف المنطقة خاصة مع وجود أنفاق الخدمات حول الحرم المكي الشريف. لذلك كانت هذه الدراسة في غالبها تتركز على معرفة كفاءة هذا النظام وإمكانية إنشاءه. والنظام الهوائي عبارة عن شبكة أنابيب يمر فيها الهواء (الوسط الناقل) بسرعة عالية تمكنه من حمل المخلفات الصلبة من نقاط التوليد إلى محطة التجميع. ومن المحطة يمكن شحن المخلفات المتجمعة في شاحنات إلى أماكن التخلص النهائي.

وفي هذه الدراسة تصميم مبدئي لنظام النقل الهوائي. ويشمل وضع التصور العام للشبكة وأجزاء النظام الأخرى كمضخات الهواء وصمامات دخول الهواء ودخول المخلفات ومحطة التجميع. ويمكن على ضوء هذا التصميم المبدئي وضع التفاصيل على تصميم النظام.

إن تكلفة إنشاء نظام النقل الهوائي لا شك أعلى من النظم الأخرى إلا أن المكاسب البيئية والجمالية المرافقة له تجعل من هذا النظام المرشح الأول إن لم يكن الأوحد لأن يكون الحل لما يواجه القائمين على نظافة الحرم من صعوبات في نقل المخلفات إلى خارج مناطق الازدحام قرب الحرم المكي الشريف في أيام

الذروة. إضافة إلى أن وجود أنفاق الخدمات حول الحرم المكي الشريف سيقلل من تكلفة إنشاء النظام.

ويلحظ أن الدراسة كانت أكثر اهتماماً بمنطقة الحرم المكي الشريف وذلك لأنه في وقت الدراسة لم تكن هناك ضرورة للتغير في نظام إدارة المخلفات في الحرم النبوي الشريف. والسبب الرئيس هو الفارق الحاد في معدل إنتاج المخلفات في منطقة الحرم النبوي الشريف عنه في منطقة الحرم المكي الشريف كما أن لسعة المكان وسهولة حركة عربات النقل حول الحرم النبوي الشريف أثر كبير. ومن الممكن تفادي ارتفاع كمية المخلفات المتولدة داخل وخارج الحرم النبوي الشريف بتنظيم عملية توزيع الأطعمة في هذه المنطقة. ولكن من المتوقع أن تتغير الحال بعد تطوير منطقة ما حول الحرم النبوي الشريف وإنشاء مباني سكنية ضخمة تجعل حركة عربات نقل المخلفات بالغة الصعوبة. إضافة إلى ذلك فإن نظام العمرة المقترح سيزيد من عدد الزوار وتزيد تبعاً لذلك كمية المخلفات الصلبة المتولدة بالمنطقة.

٨-٢ التوصيات:

من خلال هذه الدراسة تبين أنه هناك حاجة إلى تغيير النظام الحالي وتصحيح بعض الممارسات. لذلك توصي هذه الدراسة بالتالي:

١. تبني مشروع إنشاء نظام النقل الهوائي لمخلفات الحرم المكي الشريف والاستفادة من أنفاق الخدمات حوله.
٢. السعي لتنظيم عملية توزيع أطعمة صدقات الإفطار في شهر رمضان المبارك في كل من الموقعين بالتنسيق مع إدارة شؤون الحرمين الشريفين والجهات المعنية كأمانتي العاصمة المقدسة والمدينة المنورة.

٣. وضع برنامج لجمع البيانات الخاصة بمخلفات الحرمين خاصة ما يتعلق بكمية المخلفات المتولدة في المنطقتين على مدار السنة حيث تفتقر إدارة النظافة إلى هذه البيانات مع أهميتها في تطوير نظام إدارة المخلفات.

المراجع

٩ المراجع

1. Abu-Rizaiza, A., and Al-Ghamdi, A., Assesment Of Solid Waste Management Practice During Hajj Period In Muna, Saudi Arabia, Proceeding of the Development and Environmental Impact Conference, MMRA, Riyadh, Saudi Arabia, 1997.
2. ASCE Task Committee on Freight Piplines of the Pipeline Division, "Freight Piplines: Current Status and Aticipated Future Use", Journal of Transportaion Engineering, Vol. 124, No. 4, pp. 300-310, July/August 1998.
3. Beeckmans, J.M. and Zhu, J.X., " Effect of Tap Spacing on Observed Differential Pressure Fluctuation in a Pneumatic Transport Line", The Canadian Journal of Chemical Engineering, Vol. 74, pp. 834-839, Dec. 1996.
4. Bi, H.T., et. al. "Types of Chocking in Vertical Pneumatic Systems", Int. J. Multiple Flow, Vol. 19, No. 6, pp. 1077- 1092, 1993.
5. Cenralsug, "Information on Automated Vacuum Refuse Collection System", Stockholm, 1995.
6. Chambers, A. J., et. al., "Optimal Nozzle Design for a Vacuum Pneumatic Conveying System", National Conference Publications, Institute of Engineers, Australia, pp. 221-228, 1993.
7. Corbitt, Robert A., Standard Handbook of Environmental Engineering , McGraw Hill., NYC., NY., 1989.

8. Destoop, T. , Sizing of Discontinuous Dense Phase Conveying Systems", Powder Handling & Processing, Vol. 5, No. 2, pp. 139-144, June 1993.
9. Ferranti, M. P., and Ferrero, G. L., Sorting of Household Waste and Thermal Treatment of Solid Waste, Elsevier Applied Science Publishers, London, 1995.
10. Flain, Bsc, Ceng, IChemE. Warren Spring Laboratory, Stvenage, Hertforddshire, 1978.
11. Flain, R. J., and Farley, R., "The Storage and Pneumatic Conveying of Pulverised Domestic Refuse", Institution of Mechanical Engineering, pp. 31-35, 1978.
12. Hayes, J. W., et. al., "Economics of Pneumatic Conveying Systems: A Case Study", Powder Handling & Processing, Vol. 5, No. 1, pp. 7-11, March 1993.
13. Homburg, E., "Pneumatic Conveying of Fly Ash in the Pulse Phase", Proceedings of the Electric power Research Institute Coal and Ash Handling Conference, pp. 16:1-10, October 27-29, 1980.
14. Klinzing, G. E., et. al. "Pneumatic Conveying of Solids: A theoretical and practical approach", 2nd edition, Chapman & Hall.
15. Kraus, M., N., "Pneumatic Conveying of Bulk Materials", McGraw-Hill Publications Company, New York, N. Y., 1980.
16. Liu, H., and Graze, H. R., "Lifts and Drags on Stationary Capsule in Pipline", Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 109, No. 1, pp. 28-47, January 1983.
17. McNair, J. M., "Design Evaluation Pneumatic Transport and Classification", General Atomic Project 3261, General Atomic Company, October, 1979.
18. Mitsubishi – Centralsug, "Vacuum Sealed Refuse Conveyance System Connected With Bulky Refuse Shredding Plant", Technical Review, p. 69, Feb. 1984.

19. Molerus, O., "Overview: Pneumatic Transport of Solids", Powder Technology, Vol. 88, pp. 309-321, 1996.
20. Pfeffer, John T., Solid Waste Management Engineering, Printic Hall. New Jersey 1992.
21. Reed, A. R. ,"New Concepts in Solids Handling Technology", Journal of Mines, Metals & Fuels, pp. 71-83, May-June 1994.
22. Savage, S. B., et al," Solid Transport, Separation and Classification", Powder Technology, Vol. 88, pp. 323-333, 1996.
23. Schuster, T., et. al., "The Dependence of Power Consumption of Pneumatic Conveying Systems Upon Bulk Material Properties, Pipeline Bore and Routing, and Mode of Flow", Proceeding of the Institution of Mechanical Engineering, Vol. 209, pp. 69-75, 1995.
24. Singh, T., "Pneumatic Waste Collection", Pollution Engineering, pp. 54-55, March, 1974.
25. Skitt, J., Waste Disposal Management and Practice, Charles Knight and Company Ltd., London 1979.
26. Solt, P. E., " Pneumatic Points to Ponder..", Powder and Bulk Engineering, pp. 69-76, March 1995.
27. Stringfield, J. G. ,"Pneumatically Conveying Wet Solids: The City of Portland 's Efforts to Pilot test Pneumatic Conveying Equipment for Compost and Sludge Solids", ASME Industrial Power Conference, PWR- Vol. 24, pp. 189-202., 1994.
28. Stringfield, J. G., Pneumatically conveying Wet Solids: The City of Portland Efforts to Pilot Test Pneumatic Conveying Equipment for Compost and Sludge Solids., PWR-VOL 24, Industrial Power Conference, ASME 1994.
29. Takashi, F., et. al. "Waste Pneumatic Transport System", Res. and Development, Vol. 43, No. 2, pp. 75-78, 1993.
30. Tchobanglous, G., et al., Integrated Solid Waste Management, McGraw Hill Inc., NY., 1993.

31. Tchobanglous, G., et al., Solid Waste Principal and Management Issues, McGraw Hill Inc., NY., 1977.

32. Vectorin, R., et. al., The Implantation of Pneumatic Garbage Collection System in Residential Areas", 3rd Ed. Stockholm, 1995.

33. Weiss, M. ,"Pneumatic Conveying technology: A Process Based Analysis", Powder Handling & Processing, Vol. 5, No. 3, pp. 207-209, Sep. 1993.

34. Wilson, David G., Handbook of Solid Waste Management, Van Nostrand Reinhold, NY. 1977.

35. Wypych, P. W., " Optimising & Uprating Pneumatic Transport System" , National Conference Publications, Institute of Engineers, Australia, pp. 197-203, 1993.

36. Wypych, P. W., "Case Studies in Pneumatic Conveying", National Conference Publications, Institute of Engineers, Australia, pp. 215-219, 1993.

37. Zandi, I., et. al., "Freight Pipeline, Rail, and Truck Cost Comparison", Journal of Transportation Engineering, Vol. 6, No. TE4, pp. 411-425,1978.

38. Zandi, I., Pipeline Transportation of Solid Waste, Handbook of Solid Waste Management, Van Nostrand Reinhold Company, pp. 115-125, 1977.